|/ \3l

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE

TN
2
A64



U. of ILL. LIBRARY
NOV - 6 1967
CHICAGO CIRCLE

Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chera — TEL. (04)52.71.50

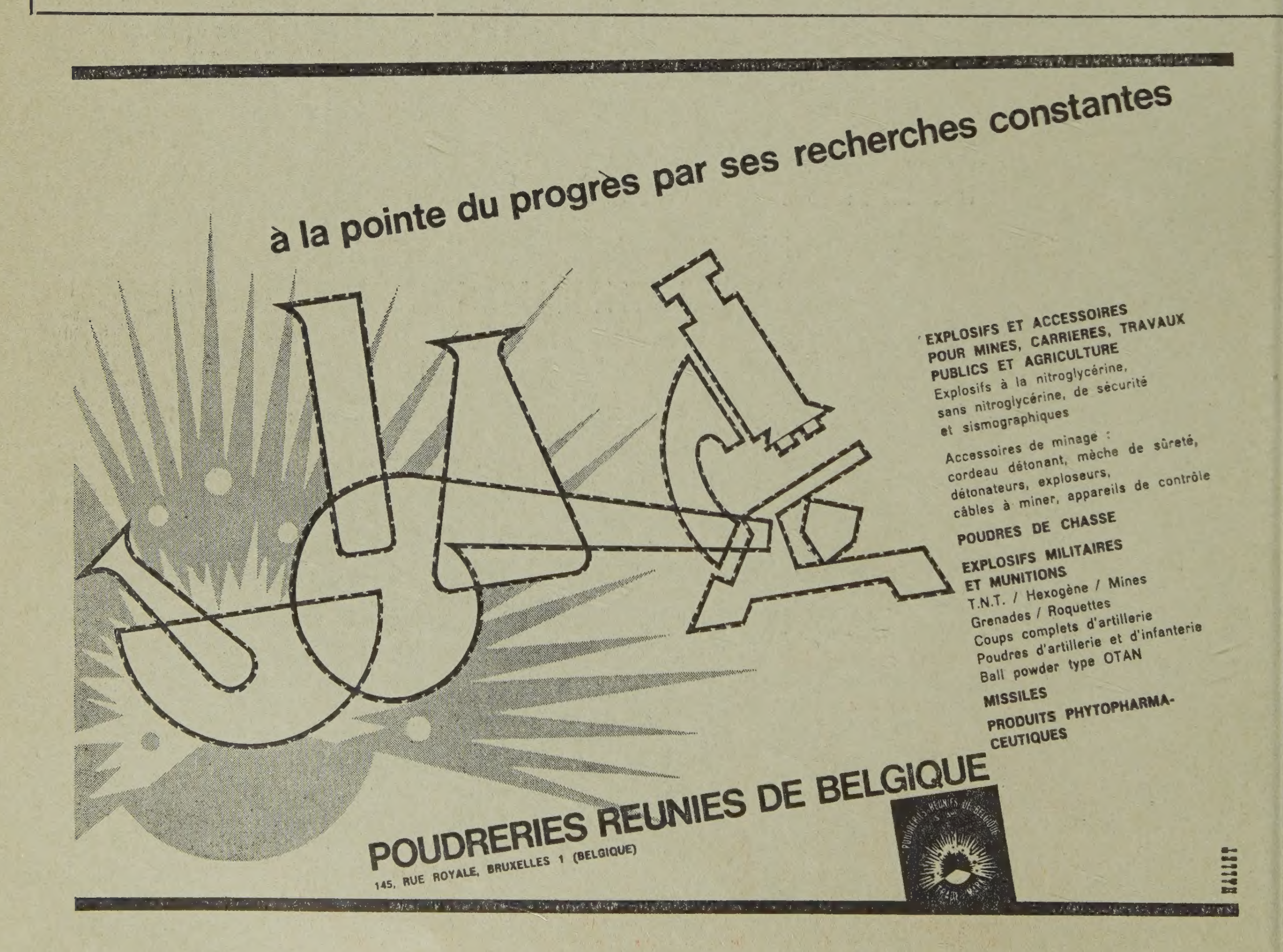
UILLET-AOUT 1967 — Mensuel — N°s 7 & 8 — Maandelijks — JULI-AUGUSTUS 1967

Bergougnan

- **Courroies transporteuses de fond**
  agréées par l'I.N.M. et conformes à l'A.M. du 11-9-61.
- **Courroies transporteuses de surface**
  lisses ou à chevrons - Haute résistance à l'usure.
- **Tuyaux en caoutchouc naturel ou synthétique :**
  — pour air comprimé (tuyaux anti-grisouteux)
  — pour eau, oxygène, acétylène, aspiration, refoulement, etc.

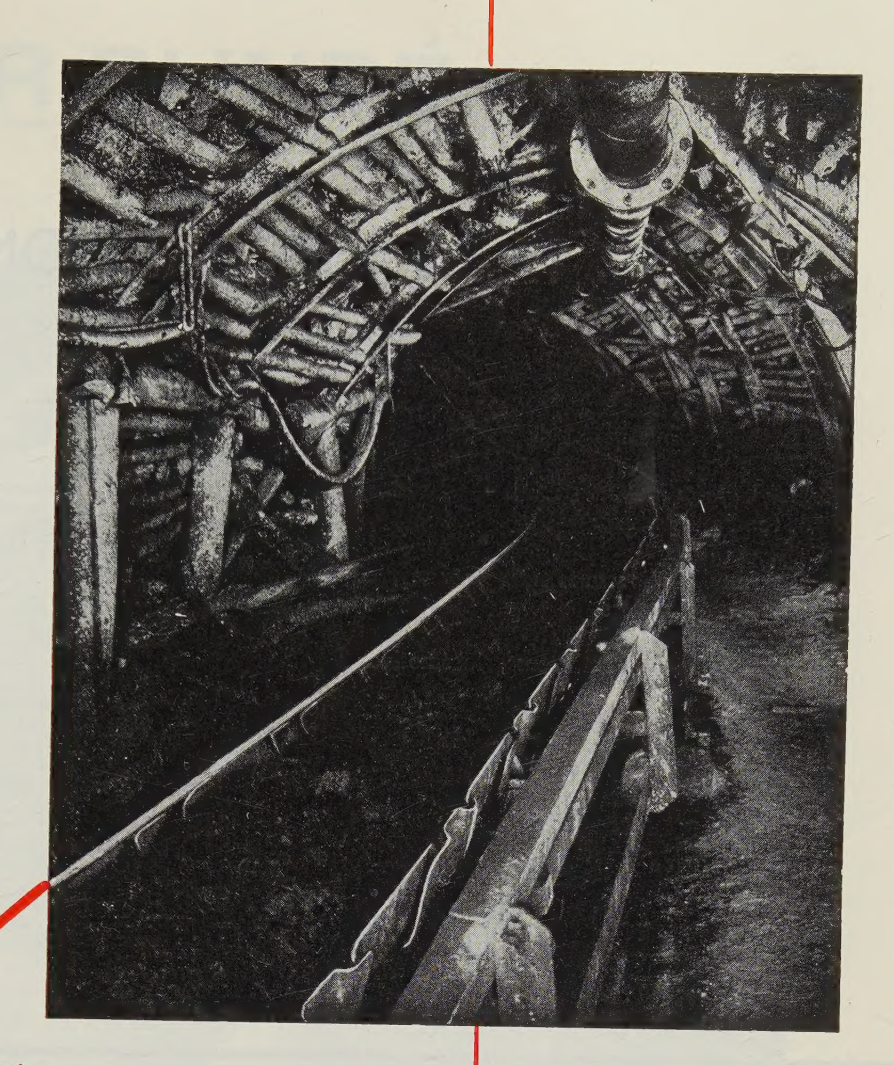
●

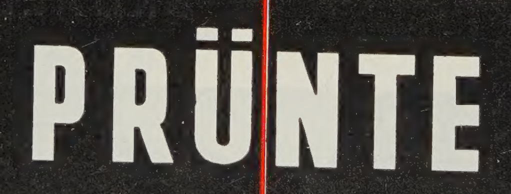
Cie BERGOUGNAN BELGE - Usines et Bureaux à Evergem-Rabot (Gand)



Plus de 100.000 mètres de convoyeurs métalliques à chaînes rondes sont aujourd'hui en fonctionnement

Maintenant, le même convoyeur est livrable aussi avec chaînes de rabot





MACHINES POUR MINES

DEHEZ

S.P.R.L. LEOP.

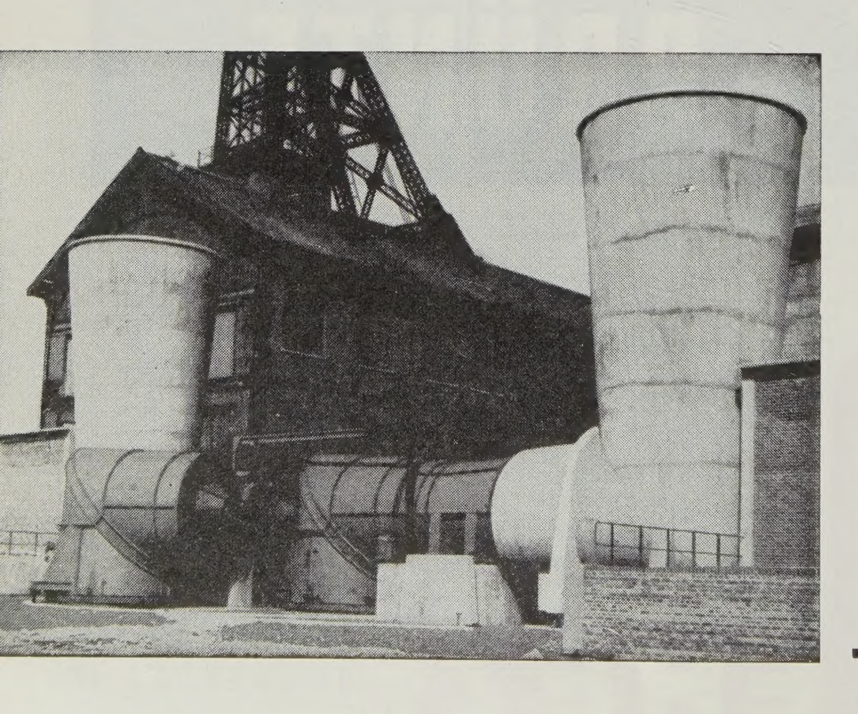
74, avenue Hamoir
BRUXELLES 18
Tél. : BRUXELLES 74.58.40
Télégr. : Popolito Bruxelles

TABLE DES ANNONCES

Etablissements BERRY

Bureau 213, Hall Hermès - Centre International Rogier - Tél. 18.69.28

BRUXELLES I



VENTILATEURS

centrifuges
et axiaux à pales orientables en march
pour aérage des Mines et pour Central
thermiques

Locomotives DIESEL

de 15 à 200 ch

Epurateurs Pneumatiques

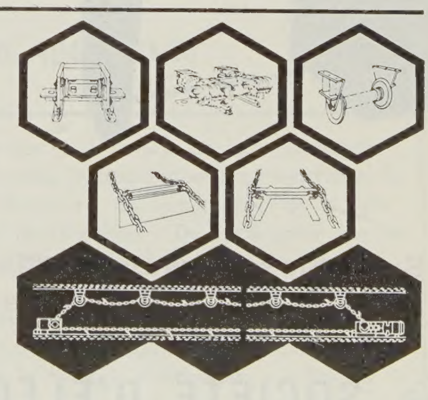
pour Minerais, Produits de la Pierre, Charbons

Ventilateurs d'aérage principal de Mines
BETHUNE (P. de C.)

SCRAPER BLINDÉ

Le scraper blindé peut, économiquement et en toute sécurité, assurer le transport de déblais abrasifs et de toute sorte de matières en vrac d'une longueur allant jusque 600 mm sur des trajets pouvant atteindre 200 m. La chaîne sans fin du scraper circulant entre la tête motrice et la station de renvoi entraîne les déblais chargés et les transporte au point de déversement. Le brin inactif de la chaîne retourne à la station de renvoi sur des galets-guide. Même en cas de chargement intermittent et d'alimentation en plusieurs points de chargement, un transport continu peut être assuré avec des puissances jusqu'à 100 m³/h.

Les pointes de desserte peuvent être réglées. Il suffit que les engins d'évacuation suivants soient conçus pour des puissances moyennes. Le coût de l'investissement total de l'installation diminue donc, alors que la capacité d'utilisation augmente.



K 7-67

Agence générale pour la Belgique: Compagnie Belge de Matériel Minier et Industriel S.A.
rue Degrâce · FRAMERIES (Belgique) · Tél. 065/633 73 (3 l.) · Transport en voies - Réparations - Fabrications

WESTFALIA LÜNEN

POUR LE MAINTIEN DE LA SECURITE, POUR LA MAINTENANCE DE L'EXPLOITATION, CHAQUE SECONDE EST PRECIEUSE

TELEVIGILE

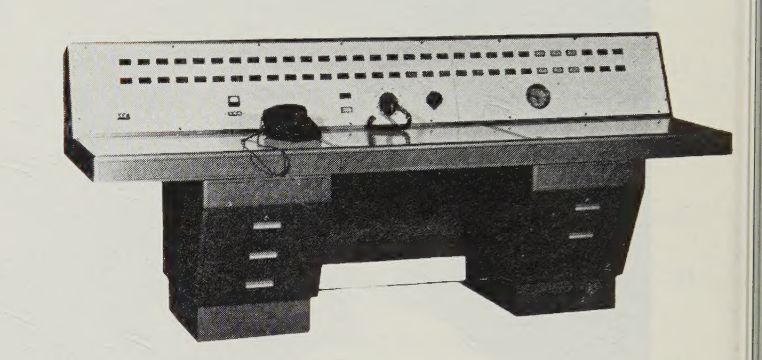
TELECOMMANDE, TELEMESURE, TELECONTROLE

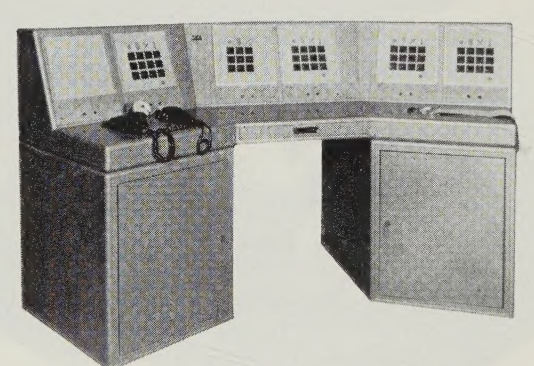
Dispositifs de concentration et de traitement des informations

Dispositifs de sécurité !

- Téléindication de la position de la machine d'abattage (Haveuse, Rabot).
- Enregistrement des temps de fonctionnement ou d'arrêt, du nombre des arrêts... etc.
- Enregistrement des paramètres définissant la sécurité et le rendement.

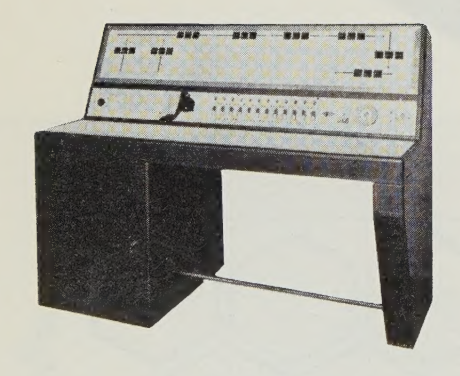
Raffinerie de l'U.G.P. à Feyzin





H.B.N.P.C. - Hénin-Liétard

H.B. Blanzy



Contrôle, Asservissement et Télécommande de cascades de convoyeurs à bande :

Glissement, Échauffement, Manque de tension, Arrêt d'urgence

Systémes originaux utilisant soit les procédés fil à fil, soit les procédés à courants porteurs ne nécessitant la pose d'aucun câble spécialisé.



SOCIÉTÉ D'ÉLECTRONIQUE ET D'AUTOMATISME

36, Quai National - 92 PUTEAUX (France) Téléphone : 506-43-54, 506-22-35



Agent exclusif auprès des Charbonnages de Belgique : Ets BEAUPAIN, 105, rue de Serbie - Liège

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chera — TEL. (04)52.71.50

JUILLET-AOUT 1967 Mensuel — N°s 7 & 8 — Maandelijks **JULI-AUGUSTUS 1967**

COMITE DE PATRONAGE

MM. H. ANCIAUX, Inspecteur général honoraire des Mines, à Wemmel.
L. BRACONIER, Administrateur Délégué-Directeur de la S.A. des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Liège.
L. CANIVET, Président Honoraire de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Bruxelles.
P. CULOT, Président de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Mons.
P. DE GROOTE, Ancien Ministre, Commissaire Européen à l'Energie Atomique.
L. DEHASSE, Président d'Honneur de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Bruxelles.
M. DE LEENER, Président du Conseil d'Administration de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
N. DESSARD, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
P. FOURMARIER, Professeur émérite de l'Université de Liège, à Liège.
L. JACQUES, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
E. LEBLANC, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Bruxelles.
J. LIGNY, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Directeur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
G. PAQUOT, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
M. PERIER, Président de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
P. van der REST, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges, à Bruxelles.
J. VAN OIRBEEK, Président de la Fédération des Usines à Zinc, Plomb, Argent, Cuivre, Nickel et autres Métaux non ferreux, à Bruxelles.
C. VESTERS, Président de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Waterschei.

BESCHERMEND COMITE

HH. H. ANCIAUX, Ere Inspecteur Generaal der Mijnen, te Wemmel.
L. BRACONIER, Afgevaardigde-Beheerder-Directeur van de N.V. « Charbonnages de la Grande Bacnure », te Luik.
L. CANIVET, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Brussel.
P. CULOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Bergen.
P. DE GROOTE, Oud-Minister, Europees Commissaris voor Atoomenergie.
L. DEHASSE, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Brussel.
M. DE LEENER, Voorzitter van de Bedrijfsfederatie der Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in België, te Brussel.
A. DELMER, Ere-Secretaris Generaal van het Ministerie van Openbare Werken, te Brussel.
N. DESSARD, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
P. FOURMARIER, Emeritus Hoogleraar aan de Universiteit van Luik, te Luik.
L. JACQUES, Voorzitter van het Verbond der Groeven, te Brussel.
E. LEBLANC, Ere-Voorzitter van de Associatie der Kempische Steenkolenmijnen, te Brussel.
J. LIGNY, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Ere-Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel.
G. PAQUOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
M. PERIER, Voorzitter van het Verbond der Gasnijverheid, te Brussel.
P. van der REST, Voorzitter van de « Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges », te Brussel.
J. VAN OIRBEEK, Voorzitter van de Federatie der Zink-, Lood-, Zilver-, Koper-, Nikkel- en andere non-ferro Metalenfabrieken, te Brussel.
C. VESTERS, Voorzitter van de Associatie der Kempische Steenkolenmijnen, te Waterschei.

COMITE DIRECTEUR

MM. A. VANDENHEUVEL, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
P. STASSEN, Directeur de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, à Liège, Vice-Président.
P. DELVILLE, Directeur Général de la Société « Evence Coppée et Cie », à Bruxelles.
C. DEMEURE de LESPAUL, Professeur émérite d'Exploitation des Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
H. FRESON, Inspecteur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
P. GERARD, Directeur Divisionnaire des Mines, à Hasselt.
H. LABASSE, Professeur émérite d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Liège.
J.M. LAURENT, Directeur Divisionnaire des Mines, à Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
P. RENDERS, Directeur à la Société Générale de Belgique, à Bruxelles.

BESTUURSCOMITE

HH. A. VANDENHEUVEL, Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel, Voorzitter.
P. STASSEN, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid, te Luik, Onder-Voorzitter.
P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap «Evence Coppée et Cie», te Brussel.
C. DEMEURE de LESPAUL, Emeritus Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
H. FRESON, Ere-Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. GERARD, Divisiedirecteur der Mijnen, te Hasselt.
H. LABASSE, Emeritus Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Luik.
J.M. LAURENT, Divisiedirecteur der Mijnen, te Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. RENDERS, Directeur bij de « Société Générale de Belgique », te Brussel.

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

Nos 7-8 - Juillet-août 1967

ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

Nrs 7-8 - Juli-augustus 1967

Direction-Rédaction :
INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie-Redactie :
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chera — TEL. (04)52.71.50

Sommaire - Inhoud

Reproduction, adaptation et traduction autorisées en citant le titre de la Revue, la date et l'auteur.

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES

BRUXELLES 5 • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • BRUSSEL 5

Rue Borrens, 37-41 - Borrensstraat — TEL. 48.27.84 - 47.38.52

Dépôt légal : D/1967/0168

Wettelijk depot : D/1967/0168

MINES DE HOUILLE - STEENKOLENMIJNEN

BASSINS MINIERS / MIJNBEKKENS — Périodes / Perioden	Production nette / Netto produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. / Eigen verbr. en levering aan het pers.	Stocks / Voorraden t	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	Nombre d'ouvriers / Aantal arbeiders: Fond / Ondergrond	Nombre d'ouvriers / Aantal arbeiders: Fond et surface / Onder- en bovengrond	Indices - Indices: Taille / Pijler	Indices - Indices: Fond / Ondergrond	Indices - Indices: Fond et surface / Onder- en bovengrond	Rendement (kg) / Rendement (kg): Fond / Ondergrond	Rendement (kg) / Rendement (kg): Fond et surface / Onder- en bovengrond	Présences / Aanw. (1) (%): Fond / Ondergrond	Présences / Aanw. (1) (%): Fond et surface / Onder- en bovengrond	Mouvem. main-d'œuvre / Werkkrachten schomm.: Belges / Belgen	Mouvem. main-d'œuvre / Werkkrachten schomm.: Etrangers / Vreemdel.	Mouvem. main-d'œuvre / Werkkrachten schomm.: Total / Totaal	Grisou capté et valorisé / Opgevangen en gevaloriseerd mijngas — m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Borinage-Centre - Borinage-Centrum	172.470	10.795	388.784	20,26	4.813	6.611	0,261	0,576	0,813	1.735	1.230	77,92	80,76	— 80	— 58	— 138	1.025.366
Charleroi - Charleroi	327.054	28.444	750.267	18,68	9.018	12.812	0,240	0,545	0,812	1.836	1.231	82,37	84,41	— 149	— 266	— 415	4.298.929
Liège - Luik	167.825	24.402	423.848	19,72	5.919	8.136	0,293	0,717	1,012	1.394	988	84,58	86,33	— 38	— 16	— 54	—
Kempen - Campine	728.234	38.616	1.451.211	20,00	17.494	22.664	0,153	0,501	0,652	1.995	1.533	90,02	91,32	— 74	+ 66	— 8	1.924.787
Le Royaume - Het Rijk	1.395.583	102.257	3.014.110	19,67	37.243	50.177	0,203	0,547	0,753	1.829	1.328	85,61	87,20	— 341	— 274	— 615	7.249.092(2)
1967 Mars - Maart	1.506.202	111.360	3.094.081	21,21	37.434	50.616	0,206	0,547	0,754	1.828	1.326	85,20	86,75	— 302	— 628	— 930	9.760.497(2)
Février - Februari	1.393.470	100.152	3.013.164	19,35	38.210	51.456	0,206	0,552	0,757	1.813	1.321	85,67	87,05	— 78	— 241	— 319	6.269.216(2)
1966 Avril - April	1.480.496	105.262	2.858.513	18,91	42.423	57.279	0,220	0,567	0,783	1.763	1.277	85,25	86,76	— 537	— 686	—1223	5.222.263(2)
M.M.	1.458.276	104.342	3.045.509	19,72	40.231	54.455	0,219	0,569	0,787	1.758	1.270	85,07	86,66	— 435	— 617	—1052	4.938.413
1965 M.M.	1.648.843	116.857	2.419.050	20,46	46.591	62.582	0,227	0,602	0,825	1.660	1.212	83,62	85,46	— 346	— 480	— 826	6.588.896
1964 M.M.	1.775.376	118.885	1.488.665	21,33	50.710	68.032	0,237	0,635	0,866	1.574	1.155	83,71	85,66	— 291	+ 323	+ 32	5.514.722
1963 id.	1.784.827	123.384	454.006	21,60	48.966	67.113	0,214	0,614	0,858	1.629	1.166	83,14	85,22	— 265	+ 237	— 28	5.721.228
1962 id.	1.768.804	124.240	1.350.544	21,56	52.028	71.198	0,224	0,610	0,853	1.624	1.156	81,17	83,82	— 411	+ 2	— 409	5.848.183
1961 id.	1.794.661	143.935	4.378.050	21,40	45.571	63.935	0,246	0,649	0,916	1.541	1.092	80,82	83,62	— 356	— 550	— 906	5.691.675
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20,50	51.143	71.460	0,268	0,700	0,983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23,43	82.537	112.943	0,35	0,86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1954 id.	2.437.393	270.012	2.806.020	24,04	86.378	124.579	0,38	0,91	1,27	1.098	787	83,53	85,91	— 63	— 528	— 591	4.604.060
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24,42	102.081	145.366	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24,10	105.921	146.084	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—
1967 Semaine du 26-8 au 1-9 / Week van 26-8 tot 1-9	316.472	—	2.908.296	5,16	32.570	44.832	—	0.533	0,736	1.875	1.359	75,00	77,00	—	—	— 230	—

N. B. — (1) Uniquement les absences individuelles. — Alléén individuëleafwezigheid.
(2) Dont environ 5 % non valorisé. — Waarvan 5 % niet gevaloriseerd.
(3) Sans les effectifs de maîtrise et surveillance : Rendement : Fond : 2.052 ; Fond et surface : 1.471. — Zonder meester- en toezichtspersoneel : Ondergrond : 2.052 : Onder- en bovengrond : 1.471.

BELGIQUE — FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES — AVRIL 1967
BELGIE — LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t — APRIL 1967

PERIODES / PERIODEN	Foyers domestiques, artisanat, commerce, administrations, publiques	Huisbrand, kleinbedrijf, handel, openbare diensten	Cokeries / Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés / Agglomeratenfabr.	Centrales électr. publiques / Openbare elektr. centrales	Sidérurgie / IJzer- en staalnijverheid	Fabrications métall. / Metaalverwerkende nijverheden	Metaux non ferreux / Non-ferro metalen	Chimie / Chemische nijverh.	Chemins de fer et autres transports / Spoorwegen en ander vervoer	Textiles, habillement, cuir / Textiel, kleding, leder	Denr. alim., boissons, tabacs / Voedingswaren, dranken, tabak	Produits minéraux non métalliques	Niet metalen delfstoffen	Pâtes à papier, papier / Papierpulp, papier	Industries diverses / Allerlei nijverheidstakken	Exportations / Uitvoer	Total du mois / Tot. v. d. maand
1967 Avril - April	248.768		492.817	94.043	308.765	12.872	3.418	12.668	1.055	1.738	856	3.681	19.871		4.082	3.528	127.694	1.335.856
Mars - Maart	131.694		524.535	58.063	361.359	16.217	3.689	12.194	3.051	1.143	1.495	2.125	16.603		5.394	4.396	127.685	1.267.643
Février - Februari	148.681		481.186	60.928	328.927	12.050	3.787	15.687	1.760	4.638	1.486	4.714	13.010		4.997	4.077	114.576	1.200.504
1966 Avril - April	196.760	(2) 4.948	479.245	110.597	327.852	9.855	3.030	16.198	6.574	8.266	1.408	1.944	16.512	(3) 7.259	6.392	14.032	69.684	1.280.356
M.M.	174.956	12.534	466.091	76.426	334.405	13.655	4.498	15.851	6.366	7.941	1.286	5.496	15.996	11.063	5.558	14.302	99.225	1.265.649
1965 M.M.	199.055	13.850	514.092	82.985	328.016	9.420	6.730	19.999	10.123	15.861	1.453	7.909	18.819	27.628	7.295	13.802	152.092	1.429.129
1964 M.M.	217.027	14.940	526.285	112.413	294.529	8.904	7.293	21.429	13.140	23.176	2.062	13.632	22.867	57.211	10.527	15.150	169.731	1.530.316
1963 M.M.	300.893	15.952	550.211	149.315	271.797	9.759	8.376	19.453	22.480	35.888	3.714	15.319	23.929	59.790	13.213	14.933	155.655	1.670.677
1962 M.M.	278.231	13.871	597.719	123.810	341.233	8.112	10.370	21.796	23.376	45.843	3.686	17.082	26.857	65.031	13.549	20.128	223.832	1.834.526
1961 M.M.	260.895	13.827	608.290	92.159	344.485	8.240	8.989	33.515	22.660	54.590	6.120	18.341	29.043	61.957	13.381	22.202	237.800	1.836.494
1960 M.M.	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921(1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

N. B. — (1) Y compris le charbon fourni aux usines à gaz. — Daarin begrepen de steenkolen aan de gasfabrieken geleverd.
(2) Jusque fin 1966 : fourniture aux administrations publiques. — Tot einde 1966 : levering aan openbare diensten.
(3) Jusque fin 1966 : fourniture aux cimenteries. — Tot einde 1966 : levering aan cementfabrieken.

BELGIQUE
BELGIE

COKERIES
COKESFABRIEKEN

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Fours en activité - Ovens in werking: Batteries Batterijen	Fours Ovens	Charbon - Steenkolen (t) Reçu - Ontv.: Belge Inheemse	Etranger Uitheemse	Enfourné In de oven geladen	Huiles combustibles Stookolie (t)	COKE - COKES (t) Production - Produktie: Gros cokes Dikke cokes > 80 mm	Autres Andere	Total Totaal	Consomm. propre Eigen verbruik	Livr. au personnel Levering aan pers.	Débit - Afzet: Sect. domest., artisanat et admin. publ. Huis. sektor, kleinbedrijf en openb. diensten (2)	(3)	Sidérurgie Ijzer- en staalnijverheid	Centr. électr. publiques Openb. elektr. centrales	Chemins de fer Spoorwegen	Autres secteurs Andere sektors	Exportation Uitvoer	Total Totaal	Stock fin de mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Te werk gestelde arb.
Sidér. - V. staalfabr.	31	1.084	373.360	204.169	551.870	14	366.583	59.346	425.929	44	3.243	—		—	—	—	—	—	—	40.901	2.151
Autres - Andere . .	12	350	108.177	80.185	187.595	891	101.589	41.282	142.871	245	616	—		—	—	—	—	—	—	100.383	1.162
Royaume - Rijk . .	43	1.434	481.537	284.354	739.465	905	468.172	100.628	568.800	289	3.859	8.971		453.794	2	564	39.524	66.724	569.579	141.284	3.313
1967 Mars - Maart .	43	1.439	515.607	236.224	770.937	1.334	486.068	105.846	591.914	689	4.348	10.264		470.832	43	712	42.311	67.047	591.209	146.210	3.347
Févr. - Febr. .	43	1.438	481.003	290.955	707.409	1.674	441.741	99.769	541.510	1.133	4.663	12.885		429.619	46	1.008	43.131	67.773	554.462	150.673	3.342
1966 Avril - April .	46	1.497	479.843	320.289	785.404	1.281	471.991	122.306	594.297	472	4.046	9.593	688	452.059	—	511	40.630	70.450	573.931	143.953	3.815
M.M.	43	1.439	465.298	283.631	757.663	1.468	461.970	118.145	580.115	1.306	5.142	11.595	1.342	442.680	117	1.010	44.278	66.884	567.906	188.726	3.524
1965 M.M.	46	1.500	502.454	306.408	797.919	1.185	479.498	131.646	611.144	1.854	5.898	14.255	1.548	466.242	61	1.097	47.386	76.499	607.088	119.973	3.868
1964 M.M.	49	1.574	520.196	283.612	805.311	840	485.178	131.291	616.469	1.759	5.640	13.562	1.833	483.554	83	1.209	48.159	59.535	607.935	161.531	3.998
1963 M.M.	47	1.561	537.432	254.416	779.546	1.153	469.131	131.231	600.362	6.274	5.994	16.368	2.766	461.484	431	2.223	50.291	60.231	593.794	147.877	4.109
1962 M.M.	49	1.581	581.012	198.200	778.073	951	481.665	117.920	599.585	6.159	5.542	14.405	2.342	473.803	159	1.362	46.384	53.450	591.905	217.789	4.310
1961 M.M.	49	1.612	594.418	180.303	777.477	26.422(1)	475.914	124.904	600.818	5.964	4.877	11.308	2.739	452.985	323	1.041	52.213	72.680	593.289	265.942	3.775
1960 M.M.	51	1.668	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564	2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.498	591.308	87.208	4.137
1954 M.M.	42	1.444	479.201	184.120	663.321	5.813(1)	407.062	105.173	512.235	15.639	2.093	14.177	3.327	359.227	3.437	1.585	42.996	73.859	498.608	127.146	4.270
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

N. B. — (1) En hl. - in hl. — (2) Secteur domestique et artisanat - huisbrand en kleinbedrijf. — (3) Services publics - Openbare diensten. — Ces deux rubriques sont réunies depuis janvier 1967 ; beide rubrieken zijn verenigd sedert januari 1967.

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Gaz - Gas 1.000 m³, 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg: Production Produktie	Consomm. propre Eigen verbruik	Débit - Afzet: Synthèse Ammon. fabr.	Sidérurgie Staalnijverh.	Autres industr. Andere bedr.	Distrib. publ. Stadsgas	Sous-produits Bijprodukten (t): Goudron brut Ruwe teer	Ammoniaque Ammoniak	Benzol
Sidérurg. - V. staalfabrieken .	192.156	92.424	10.624	82.281	2.890	48.390	16.126	4.656	3.375
Autres - Andere	68.736	29.914	25.182	—	506	27.409	5.810	1.493	1.787
Le Royaume - Het Rijk . . .	260.892	122.338	35.806	82.281	3.396	75.799	21.936	6.149	5.102
1967 Mars - Maart	271.988	127.682	37.618	85.805	3.412	81.598	22.717	6.649	5.266
Février - Februari . . .	249.147	115.192	34.643	77.215	4.567	75.307	20.598	5.686	4.860
1966 Avril - April	266.945	127.425	54.741	69.398	6.053	77.898	21.440	6.450	5.215
M.M.	262.398	124.317	47.994	71.338	7.323	76.315	21.297	6.415	5.053
1965 M.M.	280.889	131.875	79.215	68.227	7.117	76.506	23.501	6.745	5.687
1964 M.M.	282.815	132.949	75.748	69.988	6.267	77.530	23.552	6.764	5.470
1963 M.M.	279.437	128.124	73.628	66.734	5.166	82.729	23.070	6.374	5.321
1962 M.M.	280.103	128.325	69.423	67.162	7.589	82.950	23.044	6.891	5.239
1961 M.M.	274.574	131.894	71.334	63.184	8.869	76.584	22.451	6.703	5.619
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116	12.284	77.950	22.833	7.043	5.870
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	20.628	7.064	5.569
1954 M.M.	233.182	135.611	69.580	46.279	5.517	68.791	15.911	5.410	3.624
1948 M.M.	105.334	—	—	—	—	—	16.053	5.624	4.978
1938 M.M.	75.334	—	—	—	—	—	14.172	5.186	4.636

FABRIQUES D'AGGLOMERES
AGGLOMERATENFABRIEKEN

AVRIL 1967
APRIL 1967

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets Eierkolen	Briquettes Briketten	Total Totaal	Consommation propre Eigen verbruik (t)	Livraison au personnel Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. Grondstoffen (t): Charbon Steenkool	Brai Pek	Ventes et cessions Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.
Min. - V. mijn.	96.501	4.305	100.806	—	—	—	—	—	—	—
Indép. - Onafh.	6.842	—	6.842	—	—	—	—	—	—	—
Royaume - Rijk	103.343	4.305	107.648	3.077	12.014	98.320	8.944	99.620	43.009	469
1967 Mars - Mrt	54.758	5.083	59.841	2.911	18.808	60.489	4.935	36.805	49.749	447
Févr.-Febr.	58.765	4.397	63.162	3.360	18.077	64 480	5.355	43.306	48.432	470
1966 Avr. - Apr.	118.333	5.853	124.186	2.748	11.964	113.544	9.894	107.239	43.584	—
M.M. . . .	75.315	5.645	80.950	2.316	16.191	78.302	6.329	61.598	48.875	482
1965 M.M. . . .	81.999	7.525	89.524	2.425	17.827	85.138	7.124	70.576	37.623	478
1964 M.M. . . .	109.081	10.337	119.418	2.390	18.827	115.359	9.410	94.207	53.297	498
1963 M.M. . . .	178.499	13.113	191.612	3.337	19.390	182.333	15.148	168.778	5.763	—
1962 M.M. . . .	119.386	14.134	133.520	2.920	16.708	127.156	10.135	114.940	5.315	577
1961 M.M. . . .	81.419	15.516	96.935	2.395	12.755	91.880	7.623	82.896	17.997	449
1960 M.M. . . .	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1956 M.M. . . .	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1954 M.M. . . .	75.027	39.829	114.856	4.521	10.520	109.189	9.098	109.304	11.737	589
1948 M.M. . . .	27.014	53.834	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 M.M. . . .	39.742	102.948	142.690	—	—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M. . . .	—	—	217.387	—	—	197.274	—	—	—	1.911

BELGIQUE — BOIS DE MINES — BRAI — AVRIL 1967
BELGIE — MIJNHOUT m³ — PEK t — APRIL 1967

PERIODE	Bois de mines / Mijnhout: Quantités reçues / Ontvangen hoeveelheden: Orig. indig. / Inh. oorspr.	Importations / Invoer	Total / Totaal	Consomm. totale / Totaal verbruik	Stock fin du mois / Voorr. einde maand	Brai / Pek: Quantités reçues / Ontvangen hoeveelheden: Orig. indig. / Inh. oorspr.	Importations / Invoer	Total / Totaal	Consomm. totale / Totaal verbruik	Stock fin du mois / Voorr. einde maand	Exportations / Uitvoer
1967 Avril - April	Ces données ne sont plus fournies					4.702	—	4.702	8.944	35.915	—
Mars - Maart	depuis mars 1967					3.192	—	3.192	4.935	40.270	—
Février - Febr.	31.437	548	31.985	31.996	102.672	3.605	—	3.605	5.355	41.969	—
1966 Avril - April	29.943	—	29.943	35.647	95.658	4.973	640	5.613	9.894	58.387	—
M.M.	33.565	—	33.565	34.212	117.454	4.079	382	4.461	6.329	46.421	477,2
1965 M.M.	34.737	—	34.737	39.368	128.096	4.739	1.593	6.332	7.129	68.987	1.147
1964 M.M.	41.584	—	41.584	43.470	192.651	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1963 M.M.	44.249	15	44.264	44.540	229.138	9.082	6.969	16.051	15.148	30.720	2.218
1962 M.M.	49.883	42	49.925	45.325	235.268	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	—
1961 M.M.	44.823	—	44.823	47.414	188.382	7.116	451	7.567	7.516	19.887	3.984
1960 M.M.	43.010	674	43.684	50.608	242.840	5.237	37	5.274	7.099	22.163	3.501
1956 M.M.	72.377	17.963	90.340	78.246	655.544	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022	1.281
1952 M.M.	73.511	30.608	104.119	91.418	880.695	4.624	6.784	11.408	9 971	37.357	2.014

N. B. — (1) Le poste « BOIS DE MINE » est supprimé à partir de mars 1967.

BELGIQUE — METAUX NON-FERREUX — AVRIL 1967
BELGIE — NON FERRO-METALEN — APRIL 1967

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten: Cuivre / Koper (t)	Zinc / Zink (t)	Plomb / Lood (t)	Etain / Tin (t)	Aluminium (t)	Antimoine, Cadmium, etc. / Antim., Cadm., enz. (t)	Total / Totaal (t)	Argent, or platine, etc. / Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Demi-finis - Half. pr.: Mét. préc. exc. / Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. / Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Ouvriers occupés / Te werk gestelde arbeiders
1967 Avril - April	21.582	18.894	9.932	440	74	218	51.140	33.997	28.815	2.147	16.567
Mars - Maart	24.474	18.970	10.325	584	88	302	54.743	33.282	30.929	2.533	16.716
Février - Februari	27.654	19.200	9.771	639	99	372	57.735	34.552	29.620	2.127	17.031
1966 Avril - April	24.238	20.780	7.840	477	233	451	54.019	37.286	36.147	2.085	18.018
M.M.	25.286	20.976	7.722	548	212	384	55.128	37.580	32.828	2.247	18.038
1965 M.M.	25.780	19.983	9.230	443	266	368	56.070	36.711	31.503	2.082	18.495
1964 M.M.	23.844	18.545	6.943	576	288	352	50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1963 M.M.	22.620	17.194	8.203	701	296	368	49.382	33.606	24.267	1.579	16.671
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805	237	401	44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1961 M.M.	18.465	20.462	8.324	540	155	385	48.331	34.143	22.519	1.642	17.021
1960 M.M.	17.648	20.630	7.725	721	231	383	47.338	31.785	20.788	1.744	15.822
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871	228	420	43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	15.956	6.757	850	557		36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

BELGIQUE-BELGIE — SIDER

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité / Hoogovens in werking	PRODU: Produits bruts / Ruwe produkten: Fonte / Gietijzer	Acier en lingots / Staalblokken	Fer de masse / Loep	Produits demi-finis / Half-produkten: Pour relamin. belges / Voor Belg. herwalsers	Autres / Andere	Aciers marchands / Handelsstaal	Profilés / Profielstaal	Rails et accessoires
1967 Avril - April	40	731.811	801.281	(3)	39.233	58.957	194.214	44.519	4.
Mars - Maart	40	753.987	826.909	(3)	63.671	64.132	196.765	44.767	3.
Février - Februari	40	678.467	740.970	(3)	57.736	65.433	169.700	35.480	3.
1966 Avril - April	41	691.928	761.660	(3)	55.756	68.575	170.800	42.152	3.
M.M.	40	685.805	743.056	(3)	49.224	63.777	167.800	38.642	4.
1965 M.M.	43	697.172	764.048	(3)	46.941	82.928	178.895	33.492	5.
1964 M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3.
1963 M.M.	44	576.246	627.355	(3)	59.341	45.428	170.651	26.388	4.
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6.
1961 M.M.	49	537.093	584.224	5.036	55.837	66.091	159.258	13.964	5.
1960 M.M.	53	546.061	595.070	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.
1954 M.M.	47	345.424	414.378	3.278	109.559		113.900	15.877	5.
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9.
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.

N. B. — (1) Fers finis - Afgewerkt ijzer. — (2) Tubes soudés - Gelaste pijpen. — 3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cij

IMPORTATIONS-EXPORTATIONS
IN- EN UITVOER

Importations - Invoer (t)

Pays d'origine / Land van herkomst / Période / Periode / Répartition / Verdeling	Charbon / Steenkolen	Coke / Cokes	Agglomérés / Agglomeraten	Lignite / Bruinkolen	Schistes / Schiefer
C.E.C.A. - E.G.K.S.					
Allem. Occ. - W. Duitsl.	261.328	4.824	2.660	5.047	—
France - Frankrijk	13.351	1.547	6	—	—
Pays-Bas - Nederland	114.558	55.425	35.731	245	—
Total - Totaal	389.237	61.797	38.397	5.292	—
Pays tiers - Derde landen					
Roy. Uni - Veren. Koninkrijk	4.363	1.509	—	—	—
E.U.A. - V.S.A.	176.939	—	—	—	—
Allemagne Or. - Oost-Duitsl.	—	1.398	—	242	—
Danemark - Denemarken	—	533	—	—	—
Pologne - Polen	7.598	—	—	—	—
Suède - Zweden	—	584	—	—	—
Suisse - Zwitserland	—	707	—	—	—
U.R.S.S. U.S.S.R.	13.394	—	—	—	—
Total - Totaal	202.294	4.731	—	242	—
Ens. avril - 1967 - Sam. april	591.531	66.528	38.397	5.534	—
1967 Mars - Maart	403.167	69.069	28.221	4.787	—
Février - Februari	442.106	60.008	17.245	3.325	—
1966 Avril - April	595.903	47.550	36.157	6.745	—
M.M.	513.024	46.053	28.470	5.569	—
Repartition - Verdeling :					
1) Sect. dom. - Huisel. sektor	218.862	736	39.264	5.534	—
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	367.175	64.979	—	—	—
Réexportation - Wederuitvoer	—	747	—	—	—
Mouv. stocks - Schomm. voorr.	+4.494	+66	—867	—	—

Exportations - Uitvoer (t)

Destination / Land van bestemming	Charbons / Steenkolen	Cokes / Cokes	Agglomérés / Agglomeraten
C.E.C.A. - E.G.K.S.			
Allemagne Occ. - W. Duitsl.	22.392	9.266	1.216
France - Frankrijk	19.721	14.884	8.094
Luxembourg - Luxemburg	185	33.729	20
Pays-Bas - Nederland	76.076	143	238
Total - Totaal	118.374	58.022	9.569
Pays tiers - Derde landen			
Autriche - Oostenrijk	—	109	—
Danemark - Denemarken	1.510	—	—
Finlande - Finland	—	650	—
Irlande - Ierland	1.945	—	—
Portugal - Portugal	—	848	—
Suède - Zweden	—	2.840	—
Suisse - Zwitserland	20	3.940	105
Congo - Kongo	5.625	—	—
Divers - Allerlei	220	315	—
Total - Totaal	9.320	8.702	105
Tot. avril - 1967 - Tot. april	127.694	66.724	9.673
1967 Mars - Maart	125.685	67.047	1.016
Février - Februari	114.576	67.773	3.323
1966 Avril - April	69.484	70.450	9.143
M.M.	99.225	66.884	8.127

EN STAALNIJVERHEID

AVRIL - APRIL 1967

CTIE t

… Walsdraad	Produits finis - Eindprodukten: Tôles fortes / Dikke platen ≥ 4,76 mm	Tôles moyennes / Middeldikke platen 3 à 4,75 mm / 3 tot 4,75 mm	Larges plats / Universeel staal	Tôles fines noires / Dunne platen niet bekleed	Feuillards bandes à tubes / Bandstaal / Banden v. buizenstrip	Ronds et carrés pour tubes / Rond en vierkant staafmat. voor buizen	Divers / Allerlei	Total des produits finis / Totaal der afgewerkte produkten	Produits finals / Verder bew. prod.: Tôles galv., plomb. et étamées / Verzinkte, verlode en vertinde platen	Tubes d'acier / Stalen buizen	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeiders
486	85.155	24.812	1.100	176.430	28.706	3.015	1.216	649.651	57.106	20.827	48.426
344	88.523	26.250	1.704	187.455	35.065	3.467	1.748	669.685	54.350	22.892	48.377
297	73.623	26.416	1.554	171.589	28.660	3.405	1.331	593.432	54.050	22.320	48.322
461	71.786	28.905	1.505	147.608	35.355	5.425	1.829	585.773	49.088	22.495	50.021
133	68.572	25.289	2.073	149.511	32.753	4.409	1.636	572.304	46.916	22.462	49.651
528	65.048	23.828	3.157	137.246	31.794	1.710	2.248	559.478	43.972	21.317	52.776
171	47.996	19.976	2.693	145.047	31.346	1.181	1.997	535.840	49.268	22.010	53.604
46	35.864	13.615	2.800	130.981	28.955	124	2.067	476.513	47.962	18.853	53.069
288	41.258	7.369	3.526	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
70	42.014	6.974	3.260	95.505	23.957	383	2.379	404.852	32.795	15.853	51.962
567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
										(2)	
374	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
301	37.473	8.996	2.153	40.018	25.112	—	2.705	307.782	20.000	3.655	41.904
979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
503	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
452	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

Production / Produktie	Unité - Eenheid	Avril - April 1967	Mars - Maart 1967	Avril - April 1966	M.M. 1966
Porphyre - Porfier :					
Moëllons - Breuksteen	t	20.786	7.666	11.454	12.449
Concassés - Puin	t	438.871	463.207	139.711	336.267
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek	t	—	—	—	—
Petit granit - Hardsteen :					
Extrait - Ruw	m³	24.059	27.606	28.176	24.046
Scié - Gezaagd	m³	6.728	6.865	6.451	6.667
Façonné - Bewerkt	m³	1.510	1.616	1.752	1.748
Sous-prod. - Bijprodukten	m³	19.214	20.567	24.876	21.788
Marbre - Marmer :					
Blocs équarris - Blokken	m³	481	497	641	622
Tranches - Platen (20 mm)	m²	71.475	59.749	54.710	49.639
Moëllons et concassés - Breuksteen en puin	t	2.585	2.281	2.634	2.098
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	27.870	26.415	31.013	25.240
Grès - Zandsteen :					
Moëllons bruts - Breukst.	t	18.233	16.749	20.795	20.485
Concassés - Puin	t	106.164	84.119	102.563	92.229
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek	t	2.782	1.394	1.922	1.102
Divers taillés - Diverse	t	7.806	8.698	6.750	6.451
Sable - Zand :					
pr. métall. - vr. metaaln.	t	86.175	90.287	97.797	96.715
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	124.991	107.128	102.490	115.960
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	389.584	364.986	359.282	364.615
Divers - Allerlei	t	90.395	103.241	127.340	104.709
Ardoise - Leisteen :					
pr. toitures - vr. dakwerk	t	536	624	586	560
Schiste ard. - Dakleien	t	326	245	350	298
Coticule - Slijpstenen	kg	3.730	3.040	3.825	3.761

Production / Produktie	Unité - Eenheid	Avril - April 1967	Mars - Maart 1967	Avril - April 1966	M.M. 1966
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Gravier - Grind	t	437.401	456.028	337.670	363.457
Sable - Zand	t	67.759	72.637	50.520	62.120
Calcaires - Kalksteen	t	1.184.699	1.098.952	1.080.727	945.570
Chaux - Kalk	t	196.579	199.193	141.207	186.160
Phosphates - Fosfaat	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Carbonates naturels - Natuurcarbonaat	t	80.463	68.399	79.196	84.618
Chaux hydraul. artific. - Kunstm. hydraul. kalk	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Dolomie - Dolomiet :					
crue - ruwe	t	84.201	78.467	70.579	66.994
frittée - witgegloeide	t	24.292	26.511	27.779	26.593
Plâtres - Pleisterkalk	t	6.590	7.206	7.324	6.427
Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m²	711.613	708.354	806.766	720.868
Silex - Vuursteen :					
broyé - gestampt	t	) 352	389	405	404
pavé - straatsteen	t	)	—	—	) —
Feldspath et Galets - Veldspaat en Strandkeien	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet	t	25.526	21.980	34.376	21.711
Argiles - Klei	t	16.288	14.322	18.129	15.094
Personnel - Personeel :					
Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders		10.111	10.122	11.207	10.690

(c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

COMBUSTIBLES SOLIDES — C.E.C.A. ET GRANDE-BRETAGNE — AVRIL 1967
VASTE BRANDSTOFFEN — E.G.K.S. EN GROOT-BRITTANNIE — APRIL 1967

PAYS / LAND	Houille produite - Geproduc. steenkool (1.000 t)	Ouvr. inscrits - Ingeschr. arb. (1.000)		Rendement (ouvr./poste) - (arb./ploeg) (kg)		Jours ouvrés - Gewerkte dagen	Absentéisme - Afwezigheid %		Coke de four produit - Geproduceerde ovencokes (1.000 t)	Agglomérés produits - Geproduceerde agglomeraten (1.000 t)	Stocks - Voorraden (1.000 t)	
		Fond - Ondergrond	Fond et surface - Onder- en bovengrond	Fond - Ondergrond	Fond et surface - Onder- en bovengrond		Fond - Ondergrond	Fond et surface - Onder- en bovengrond			Houille - Kolen	Coke - Cokes
Allemagne Occ. - West-Duitsl.												
1967 Avril - April	9.199	175	268	3.249	2.535	19.22	23.97	—	2.855	308	18.828	5.690
1966 M.M.	10.498	187	287	2.926	2.299	21.26	22.38	—	3.324	334	16.973	5.420
Avril - April	10.455	207	315	2.941	2.292	20.53	23.79	21.26	3.366	395	15.241	3.665
Belgique - België												
1967 Avril - April	1.396	46	60	1.829	1.328	19.67	14.39(1)	12.80(1)	569	108	3.014	141
1966 M.M.	1.458	48	62	1.758	1.270	19.72	14.93(1)	13.34(1)	580	81	3.046	189
Avril - April	1.480	53	69	1.763	1.277	18.91	14.75(1)	13.24(1)	594	124	2.859	144
France - Frankr.												
1967 Avril - April	4.332	97	137	2.244	1.542	22.71	9.83	6.66(2)	987	408	12.356	935
1966 M.M.	4.195	103	144	2.104	1.456	22.86	11.07	7.36(2)	1.077	421	10.476	622
Avril - April	4.349	105	147	2.102	1.456	22.87	10.35	6.78(2)	1.080	405	9.106	528
Italie - Italië												
1967 Avril - April	38	1,0	(3)	3.107	(3)	(3)	(3)	(3)	508	0	22	352
1966 M.M.	35	1,0	(3)	2.812	(3)	(3)	(3)	(3)	521	6	25	430
Avril - April	24	1,0	1,6	3.100	(3)	(3)	(3)	(3)	519	1	19	348
Pays-B. - Nederl.												
1967 Avril - April	757	17,9	(3)	2.536	(3)	(3)	(3)	(3)	281	106	1.651	476
1966 M.M.	860	21,6	33,6	2.305	(3)	(3)	(3)	(3)	319	102	1.383	577
Avril - April	869	22,5	34,4	2.330	(3)	(3)	(3)	(3)	327	44	1.438	374
Communauté - Gemeenschap												
1967 Avril - April	16.070	332,8	(3)	2.791	(3)	(3)	(3)	(3)	5.178	982	36.221	7.389
1966 M.M.	17.516	372,5	(3)	2.608	(3)	(3)	(3)	(3)	5.815	943	32.035	7.242
Avril - April	17.647	383,5	522,1	2.613	(3)	(3)	(3)	(3)	5.885	1.035	28.637	5.060
Grande-Bretagne - Groot-Brittannië				à front / in front							en 1.000 t / in 1.000 t	
1967 Semaine du 23 au 29-4 Week van 23 tot 24-9	3.716	322	408	5.974	1.973	(3)	(3)	16.68	(3)	(3)	22.783	(3)
1966 Moy. hebd. Welkel. gem.	3.358	338	427	5.732	1.847	(3)	(3)	17.64	(3)	(3)	18.599	(3)
Semaine du 24 au 30-4 Week van 24 tot 30-4	3.801	343	432	5.846	1.907	(3)	(3)	16.48	(3)	(3)	18.573	(3)

N. B. — (1) Absences individuelles seulement - Alléén individuële afwezigheid. — (2) Surface seulement - Bovengrond allééu. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

Contribution à l'étude de la pelletisation

Bijdrage tot de studie van de fabricage van balletjes

G. BURTON,

Ingénieur Principal Divisionnaire — E.a. Divisieingenieur

Institut National de l'Industrie Charbonnière

Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid

RESUME

Pour leur carbonisation ultérieure, les agglomérés de charbon obtenus par pelletisation, grâce à leur isotropie et à leur porosité, présentent certains avantages sur ceux produits à la presse rotative.

La présente note donne les résultats d'une étude réalisée par Inichar sur la pelletisation de différents charbons dans une installation pilote équipée d'un plateau de 1 mètre de diamètre.

On donne tout d'abord l'influence de différents facteurs sur la stabilité et la qualité de la fabrication :

- *Régularité des débits de charbon et d'eau d'arrosage.*
- *Dimension des pellets.*
- *Texture des pellets.*
- *Position de l'alimentation et des pulvérisateurs.*
- *Vitesse et inclinaison du plateau.*
- *Granulométrie du charbon.*
- *Humidité des pellets crus.*
- *Nature et dosage des liants.*

Différentes méthodes de séchage ont été essayées : séchage lent dans une étuve à tirage forcé, séchage en lit de sable fluidisé, séchage rapide par soufflage forcé de fumées chaudes. C'est cette dernière méthode qui a donné les résultats les plus satisfaisants.

On étudie ensuite systématiquement l'influence de la dimension des pellets et de la nature et du dosage des liants sur la résistance à la compression et à l'abrasion des pellets séchés et sur la résistance au choc des pellets crus.

SAMENVATTING

De uit balletjes bekomen agglomeraten bieden met het oog op hun latere carbonisering wegens hun isotropie en porositeit zekere voordelen ten opzichte van agglomeraten uit rotatieve persen.

Onderhavige nota geeft de resultaten weer van een studie uitgevoerd door Inichar over de verwerking tot balletjes van verschillende kolen in een proefinstallatie die uitgerust is met een schijf van 1 m doormeter.

Eerst wordt gehandeld over de invloed van verschillende factoren op de stabiliteit en de hoedanigheid van het fabrikaat :

- *Regelmaat van kolen- en waterdebiet.*
- *Afmetingen van de balletjes.*
- *Textuur van de balletjes.*
- *Positie van de voedingspijp en de sproeiers.*
- *Snelheid en helling van de schijf.*
- *Korrelgrootte van de kolen.*
- *Vochtigheid van de rauwe balletjes.*
- *Aard en dosering van de bindmiddelen.*

Er werden verschillende droogmethoden beproefd : langzaam drogen in een kachel met kunstmatige trek; drogen in bewegend zandbed; snel drogen in gedwongen hete gasstroom; deze laatste methode heeft tenslotte de beste uitslagen gegeven.

Vervolgens wordt een systematische studie gewijd aan de invloed van de afmetingen der balletjes en de dosering van de bindmiddelen op de drukweerstand en de sleetvastheid van de gedroogde balletjes en op de schokvastheid van de rauwe balletjes.

INHALTSANGABE

Will man brikettierte Kohle nachträglich schwelen, so sind hierfür durch Pelletisierung hergestellte Formlinge infolge ihrer Isotropie und ihrer Porosität in mancher Hinsicht besser geeignet als die Erzeugnisse einer Brikettpresse.

Der vorliegende Aufsatz gibt einen Bericht über Pelletisierversuche mit verschiedenen Kohlen, die Inichar in einer Versuchsanlage mit einem Pelletisierteller von 1 m Durchmesser durchgeführt hat. Zunächst wird der Einfluß verschiedener Faktoren auf die Gleichmäßigkeit und die Güte der Erzeugnisse behandelt :

- *Gleichmäßigkeit der Aufgabemenge und des Brausewassers.*
- *Größe der Pellets.*
- *Gefüge der Pellets.*
- *Standort der Mühlen und Punkt der Aufgabe.*
- *Drehgeschwindigkeit und Neigung des Tellers.*
- *Körnungsaufbau der Kohle.*
- *Wassergehalt der grünen Pellets.*
- *Art und Menge des Bindemittels.*

Es wurden verschiedene Trockenverfahren ausprobiert : langsame Trocknung in einem Ofen mit künstlichem Zug, Trocknung im Sandwirbelbett und schnelle Trocknung mit heißen Heizgasen. Das letzte Verfahren erbrachte die günstigsten Ergebnisse.

Sodann wird systematisch der Einfluß der Größe der Pellets und der Art und Menge des Bindemittels auf die Druckfestigkeit und Abriebsfestigkeit der getrockneten Pellets und die Schlagfestigkeit der grünen Pellets untersucht.

SUMMARY

For their carbonizing later, coal briquettes obtained by pelletizing, thanks to their isotropy and porosity, have certain advantages over those produced in a roller press.

The present report gives the results of research carried out by Inichar into the pelletizing of various coals in a pilot installation equipped with a disc one metre in diameter.

First of all, the influence of various factors on the stability and quality of the product are mentioned :

- *Regularity of the supply of coal and spraying water.*
- *Size of the pellets.*
- *Texture of the pellets.*
- *Position of the feed and sprays.*
- *Speed and slope of the plate.*
- *Size of the coal.*
- *Humidity of the raw pellets.*
- *Nature and proportion of the binders.*

Various drying methods have been tried out : slow drying in an artificial draught drying oven, drying in fluidized sand bed, swift drying by artificial blowing of hot smoke. It is the latter method which produced the most satisfactory results.

Next, a systematic study was made of the influence of the size of the pellets and the nature and proportion of the binders on the resistance to compression and abrasion of the dried pellets and on the impact resistance of the raw pellets.

1. INTRODUCTION

Les essais auxquels nous nous référons dans le présent Bulletin ne constituent pas une étude méthodique de la pelletisation.

Ils ont été réalisés dans le cadre général de nos recherches sur la carbonisation; leur but essentiel était de produire des agglomérés de qualité convenable et de dimensions appropriées, plutôt que d'aborder l'étude systématique des multiples paramètres qui influencent la pelletisation.

Les nombreux essais réalisés ont cependant permis de mettre en évidence certains facteurs déterminants, quant à la qualité et à la stabilité de la fabrication; c'est cet ensemble d'observations que nous allons tenter de regrouper dans l'exposé ci-après.

1. INLEIDING

De proeven waarnaar wij in dit bulletin verwijzen maken geen methodische studie van de fabricage van balletjes uit.

Ze werden uitgevoerd in het algemeen kader van ons opzoekingswerk over de carboniering; de voornaamste bedoeling daarbij was agglomeraten vervaardigen van goede kwaliteit en met aangepaste afmetingen, en niet een systematische studie op te zetten van de talrijke parameters die invloed hebben op de vorming van balletjes.

Niettemin zijn tijdens de talrijke proeven enkele toonaangevende factoren naar voren gekomen met betrekking tot de kwaliteit en de stabiliteit van de fabricage; in de hier volgende uiteenzetting willen wij trachten dit geheel van waarnemingen in een geheel te gieten.

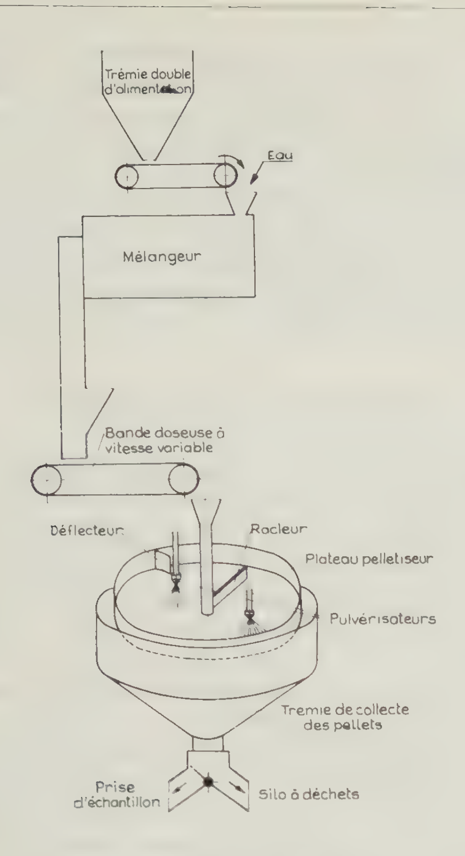


Fig. 1.

Dispositif expérimental.

Proefinstallatie.

trémie double d'alimentation : dubbele voedingstrechter - eau : water - mélangeur : menger - bande doseuse ... : doseerband met veranderlijke snelheid - déflecteur : deflector - racleur : schraapmes - plateau pelletiseur : schijf van de vormmachine - pulvérisateurs : sproeiers - trémie ... : verzameltrechter voor balletjes - prise d'échantillon : monsterneming - silo à déchets : afvalbunker

2. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

L'installation expérimentale de la station d'essai d'Inichar est schématisée à la figure 1. Sa partie essentielle est un disque de pelletisation de 1 m de diamètre. Le rebord formé de deux pièces télescopiques permet un réglage de hauteur entre 110 et 180 mm. Le disque est monté en porte-à-faux sur l'arbre de sortie d'un variateur-réducteur. La vitesse de rotation est réglable de façon continue entre 13 et 50 tours/min. L'ensemble du disque avec son dispositif d'entraînement est monté sur un berceau pivotant qui permet de faire varier l'inclinaison de l'appareil.

Le disque est pourvu d'un couteau déflecteur, d'une lame de raclage de fond et d'une série de supports pour les deux pulvérisateurs et pour la conduite d'alimentation. Des repères permettent le positionnement précis tant angulaire que radial de ces différents accessoires. Deux rotamètres contrôlent le débit des pulvérisateurs. Le dispositif d'alimentation comporte :

— Une trémie double munie d'une bande de soutirage permettant le dosage en proportions prédéterminées de deux constituants d'un mélange.

— Un mélangeur de type Lödige d'une capacité de 100 kg où l'on réalise l'homogénéisation de l'alimentation et une humidification préalable pour réduire le dégagement de poussières dans la suite des opérations.

2. BESCHRIJVING VAN DE INSTALLATIE

De proefinstallatie van Inichar wordt schematisch voorgesteld op figuur 1. Het voornaamste onderdeel is de fabricageschijf die een dormeter heeft van 1 m. De rand ervan bestaat uit twee telescopische delen en kan een hoogte aannemen van 110 tot 180 mm. De schijf staat vrijdragend op de secundaire as van een variator-reductor. De omwentelingssnelheid kan continu geregeld worden tussen 13 en 50 t/min. Het geheel van de schijf met het aandrijfmechanisme is gemonteerd op een kantelende wieg zodat men aan het toestel een veranderlijke helling kan geven.

De schijf draagt een deflector, een schraapmes op de bodem, en een reeks steunpunten voor de twee sproeiers en de voedingspijp. Met behulp van merktekens kunnen de verschillende toebehoren naar wens verplaatst worden, zowel wat de hoek als de straal betreft. Het debiet van de sproeiers wordt met twee rotameters gecontroleerd. Het voedingssysteem bestaat uit :

— een dubbele trechter met aftapband voor het doseren in vooraf bepaalde verhoudingen van de twee bestanddelen van een mengsel;

— een menger van het type Lödige met een capaciteit van 100 kg waarin de voeding gehomogeniseerd wordt en op voorhand bevochtigd ten einde de stofvorming tijdens de volgende bewerkingen tegen te gaan;

— Une bande doseuse à vitesse variable commandée par un moto variateur-réducteur, qui permet un contrôle précis du débit d'alimentation.

Les pellets qui débordent de façon continue du plateau, en cours de fabrication, sont repris dans une trémie collectrice et dirigés, soit vers les récipients de prise d'échantillons, soit vers un silo à déchets.

3. FABRICATION DES PELLETS

Pour démarrer une fabrication, on introduit une petite quantité de produit (1 à 2 kg à notre échelle) dans le plateau pelletiseur en rotation et on humidifie progressivement ce produit. Au bout d'un temps assez court (1 à 2 min), la pâte se transforme en une multitude de petits pellets d'un diamètre de l'ordre de 5 mm. A ce moment, on peut commencer à alimenter de façon continue en augmentant progressivement le débit et en adaptant le débit des pulvérisateurs pour obtenir constamment une humidité favorable. Avec un peu d'habitude, ce réglage est assez facile en observant l'aspect de la pâte et des pellets déjà formés. En agissant sur la position et le débit des pulvérisateurs, il est possible de faire croître progressivement le diamètre moyen des pellets et, dans certaines conditions, de stabiliser ce diamètre à une valeur donnée pendant toute la durée de l'essai.

L'expérience conduit à définir un certain nombre de facteurs qui influent sur la qualité et sur la régularité de la production.

31. Régularité de l'alimentation.

La régularité du débit d'alimentation et du débit d'eau des pulvérisateurs constitue un facteur essentiel.

32. Dimension des pellets.

S'il nous a été souvent possible de stabiliser des productions de pellets dans la gamme de 10 à 20 mm, nous n'avons jamais réussi cette stabilisation pour des dimensions supérieures à 20 mm. Lorsqu'on dépasse ce seuil de 20 mm, les pellets augmentent de dimensions de façon incontrôlable et la fabrication doit être arrêtée et redémarrée après vidange complète du plateau.

33. Texture des pellets.

Les pellets, qui jusqu'à une dimension de l'ordre de 15 à 17 mm, présentent une texture remarquablement homogène, ont tendance, au-delà de cette dimension et si l'on tente de maintenir une

— een doseerband met veranderlijke snelheid aangedreven door een gemotoriseerde variator-reductor waarmee het debiet van de voeding nauwkeurig kan gecontroleerd worden.

De balletjes stromen tijdens de fabricage op doorlopende wijze over de rand van de schijf; ze worden opgevangen in een verzameltrechter en afgevoerd hetzij naar de monsterneming, hetzij naar een afvalbunker.

3. FABRICAGE VAN DE BALLETJES

Om een bewerking in gang te zetten brengt men een kleine hoeveelheid van het produkt (in ons geval 1 tot 2 kg) op de fabricage-schijf die draait en bevochtigt men dit produkt geleidelijk aan. Na een betrekkelijk korte tijd (1 tot 2 minuten) gaat het deeg over in een menigte kleine balletjes met een doormeter van de grootteorde van 5 mm. Van dat ogenblik af kan men de continu voeding inschakelen, waarbij het debiet geleidelijk wordt opgevoerd en het debiet van de sproeiers aangepast om voortdurend de beste vochtigheid te behouden. Met een beetje ondervinding is deze regeling niet zo moeilijk : men moet enkel letten op het uitzicht van het deeg en de reeds gevormde balletjes. Door verstellen van de stand en het debiet van de sproeiers kan men de gemiddelde doormeter van de balletjes stilaan doen toenemen en deze doormeter in bijzondere omstandigheden stabiliseren op een gegeven waarde voor de gehele duur van de proef.

De ervaring heeft uitgewezen dat een aantal factoren hun invloed uitoefenen op de kwaliteit en de regelmatigheid van de produktie.

31. De regelmaat in de voeding

Regelmaat in het voedingsdebiet en in het waterdebiet van de sproeiers is een hoofdvoorwaarde.

32. Afmeting van de balletjes.

Wij zijn er soms in geslaagd balletjes te vervaardigen op stabiele wijze tussen 10 en 20 mm, maar datzelfde is ons nooit gelukt voor doormeters boven de 20 mm. Gaat men boven deze doormeter van 20 mm, dan worden de balletjes alsmaar groter op een oncontroleerbare wijze, zodat de fabricage moet stopgezet worden en hervat na het volledig reinigen van de schijf.

33. Textuur van de balletjes.

Zolang hun afmetingen niet boven de 15 tot 17 mm gaan vertonen de balletjes een opmerkelijk homogene textuur; wanneer men boven die afmetingen de schijf continu in beweging wil hou-

marche continue du plateau, à s'enrober d'écailles successives d'une épaisseur de l'ordre de 1 mm.

Ces écailles sont assez fragiles et, même si les pellets hétérogènes ainsi formés ne se dégradent pas au cours du séchage et de la carbonisation, leur résistance mécanique reste anormalement faible; lorsqu'on les soumet à un essai d'écrasement, ces couches superficielles se délitent successivement pour isoler un noyau homogène beaucoup plus résistant.

La difficulté consiste à concilier sur un même plateau les conditions favorables à la formation de gros pellets homogènes (pâte relativement sèche en quantité réduite, arrosage concentré sur les pellets) et celles favorables à la création d'amorces indispensables à la continuité du processus, ces amorces étant d'autant plus difficiles à former que les pellets sont plus gros.

34. Position de l'alimentation et des pulvérisateurs.

La dimension moyenne des pellets à l'équilibre dépend essentiellement de la position des points d'alimentation du produit sur le plateau et des points d'arrosage et de la répartition de l'arrosage entre les deux pulvérisateurs.

35. Paramètres du plateau.

Il ne nous a pas été possible de déceler une influence significative des autres paramètres tels que la vitesse et l'inclinaison du plateau et la hauteur de son rebord. Ce qui est certain, c'est l'existence d'une interdépendance étroite entre la vitesse de rotation et l'inclinaison. La plupart de nos essais ont été réalisés dans les conditions suivantes :

— vitesse de rotation 22½ tr/min
— inclinaison du plateau 45°
— hauteur du rebord 130 mm.

Pour quelques essais, ces conditions ont été modifiées comme suit :

— vitesse 26 tr/min
— inclinaison 48°

et une petite série d'essais a été réalisée avec une hauteur de rebord portée à 170 mm, sans que ces modifications aient apporté de changement significatif quant à la qualité des pellets.

36. Granulométrie.

La granulométrie d'alimentation ne nous a pas paru un facteur très critique, si on se limite à la formation des pellets. Nous avons pelletisé sans difficultés des produits 0-1 et 0-2 mm contenant de 20 à 50 % d'inférieurs à 0,1 mm.

den, krijgen de balletjes een neiging om zich te omgeven met meerdere schilfertjes met een dikte van de grootteorde van 1 mm. Deze schilfers zijn tamelijk broos en zelfs indien de aldus ontstane heterogene balletjes niet uiteenvallen tijdens het drogen en carboniseren dan blijft hun mechanische weerstand toch abnormaal laag; tijdens een verpletteringsproef brokkelen de bovenste lagen geleidelijk af en komt er een veel hardere homogene kern te voorschijn.

De moeilijkheid bestaat hierin dat men op eenzelfde schijf de gunstige voorwaarden moet onderhouden voor de vorming van grote homogene balletjes (betrekkelijk droog en niet te overvloedig deeg, besproeiing geconcentreerd op de balletjes) en terzelfdertijd moet zorgen voor het ontstaan van volgende nieuwe kernen om tot een continu proces te komen, terwijl die kernen des te moeilijker te verkrijgen zijn naarmate de balletjes groter zijn.

34. Opstelling van de voedingspijp en de sproeiers.

De gemiddelde afmeting van de balletjes bij evenwicht hangt hoofdzakelijk af van de stand van de voedingspunten van het produkt op de schijf en van de sproeiers, alsmede van de verdeling van het debiet tussen de twee sproeiers.

35. Parameters eigen aan de schijf.

Wij zijn er niet in geslaagd een duidelijke invloed vast te stellen bij de andere parameters zoals de snelheid en de helling van de schijf en de hoogte van haar randen. Het staat vast dat er een nauw verband is tussen de omwentelingssnelheid en de helling. De meeste van onze proeven verliepen in de volgende omstandigheden :

— omwentelingssnelheid 22½ toeren per minuut;
— helling van de schijf 45°;
— hoogte van de rand 130 mm.

Voor sommige proeven werden die omstandigheden als volgt gewijzigd :

— snelheid 26 tr/min;
— helling 48°,

en een klein aantal proeven werd gedaan met een rand van 170 mm doch deze wijziging had geen invloed van betekenis op de hoedanigheid van de balletjes.

36. Korrelgrootte.

De korrelgrootte van de voeding bleek ons geen erg belangrijke factor zolang men zich tot de vorming van de balletjes beperkt. Wij hadden geen moeite om 0-1 en 0-2 produkten met 20 tot 50 % onder de 0,1 mm tot balletjes om te vormen.

Mais lors du séchage ou de la carbonisation, il suffit d'une fraction de pour-cent de déclassés supérieurs à 3 mm pour faire fissurer immanquablement des pellets de 15 à 20 mm. Ces gros grains constituent le noyau de la plupart des pellets et la contraction importante qui se produit au cours des traitements thermiques est entravée par la présence de ces noyaux résistants, avec pour conséquence l'éclatement du pellet. C'est pourquoi un contrôle précis de la granulométrie est indispensable.

37. Humidité.

La tolérance sur l'humidité des pellets est assez faible. Heureusement, le réglage de ce paramètre est aisé en observant l'aspect des pellets dans le plateau. Pour un des mélanges que nous avons longuement expérimenté, par exemple (80 % charbon maigre + 20 % charbon gras), la zone d'humidité la plus favorable s'est révélée être comprise dans l'intervalle 15-17 %. A 14 % d'humidité déjà, la surface des pellets devient poudreuse, ce qui révèle un manque d'eau. A 18 %, au contraire, la surface devient nettement mouillée et brillante, ce qui témoigne d'un excès d'eau. Une étude de la densité apparente des pellets séchés montre que le solide occupe 70 % de leur volume. Les 16 % d'humidité n'occupent que 20 % de ce volume et il subsiste donc 10 % de vides. Cette non-saturation est indispensable pour assurer la cohésion du pellet. Cette cohésion provient en effet de la tension superficielle des multiples pellicules d'eau qui se forment aux points de contact des grains. En cas de saturation, ces tensions superficielles internes disparaissent et le pellet devient pâteux, sans consistance.

38. Liants.

L'adjonction de liants est en général indispensable pour assurer la résistance des pellets après séchage. Mais les liants solubles réduisent la tension superficielle de l'eau et ont tendance à entraver la formation des pellets. Un excédent de liant tel que la lessive sulfitique peut même empêcher complètement la pelletisation. Les liants non solubles (argile, bentonite), par contre, ont plutôt tendance à favoriser la formation des pellets.

4. ETUDE DES PELLETS SECHES

41. Séchage.

Les pellets, au sortir du plateau, contiennent de 15 à 20 % d'humidité suivant la granulométrie

Maar bij het drogen en het carboniseren volstaat een fractie van een procent bovenkorrel van meer dan 3 mm om balletjes van 15 tot 20 mm zonder fout te doen splijten. Deze grote korrels vormen de kern van de meeste balletjes, en de sterke samentrekking die tijdens de thermische behandeling optreedt wordt verhinderd door deze harde kernen, met het gevolg dat het balletje uiteen springt. Een nauwkeurige controle op de korrelgrootte is bijgevolg vereist.

37. Vochtigheid.

Op de vochtigheid van de balletjes is een betrekkelijk kleine tolerantie. Gelukkig kan men deze parameter gemakkelijk regelen als men let op het uitzicht van de balletjes op de schijf. Voor een der mengsels waarmee wij lange tijd gewerkt hebben (80 % magere kolen en 20 % vette) ligt de beste vochtigheidszone bij voorbeeld tussen de 15 en 17 %. Bij 14 % vochtigheid wordt het oppervlak van de balletjes poedervormig, hetgeen wijst op een gebrek aan water. Bij 18 % wordt het oppervlak daarentegen klaarblijkelijk nat en glimmend als gevolg van een teveel aan water. Een studie van het schijnbaar soortelijk gewicht van de gedroogde balletjes toont aan dat ze voor 70 % van hun volume uit vaste stof bestaan. Van dit volume neemt een vochtigheid van 16 % slechts 20 % in zodat er nog 10 % als ledige ruimte overblijft. Deze onverzadigde toestand is een noodzakelijke voorwaarde voor de samenhang van het balletje. Deze samenhang is immers gebaseerd op de oppervlaktespanning van de talrijke watervliesjes die op de contactpunten tussen de korrel gevormd worden. Bij verzadiging verdwijnen deze oppervlaktespanningen en worden de balletjes deegachtig, zonder samenhang.

38. Bindmiddelen.

Het toevoegen van bindmiddelen is in het algemeen noodzakelijk voor de weerstand van het balletje na het drogen. Maar de in water oplosbare bindmiddelen verminderen de oppervlaktespanning van het water en vormen een gevaar voor de vorming van de balletjes. Teveel bindmiddel, bij voorbeeld sulfiethoudend waswater, kan het vormen van balletjes zelfs helemaal onmogelijk maken. De niet-oplosbare bindmiddelen (klei, bentoniet) hebben daarentegen eerder een gunstige invloed op de vorming van de balletjes.

4. STUDIE VAN DE GEDROOGDE BALLETJES

41. Het drogen.

Bij het verlaten van de schijf bevatten de balletjes van 15 tot 20 % water volgens de korrel-

et la nature du produit de départ. Cette humidité doit être éliminée par séchage thermique. Nous avons étudié simultanément trois procédés de séchage :

a) un séchage lent dans une étuve de laboratoire à tirage forcé d'air préchauffé à environ 140°,
b) un séchage rapide en lit de sable fluidisé,
c) un séchage rapide par soufflage forcé, à grande vitesse, d'un mélange d'air et de fumées de combustion, à 200°.

a) Le séchage en étuve de laboratoire nécessite des durées de séjour de 2 à 3 heures suivant les dimensions des pellets. Il donne en général des résultats assez satisfaisants et nous l'avons adopté comme base de comparaison pour évaluer les performances des autres procédés de séchage.

Bien que le traitement soit réalisé à l'air chaud, les températures utilisées sont insuffisantes pour altérer sensiblement les propriétés cokéfiantes des pellets traités.

b) Le séchage en lit de sable fluidisé a été réalisé en paniers dans un petit four discontinu.

Une première technique consiste à plonger les pellets dans un lit de sable à une température moyenne de 125°, fluidisé par intermittence (une pulsation par minute). Dans ces conditions, le temps de séchage est d'environ 25 min.

Une seconde méthode a été tentée pour réduire la durée de séchage. Les pellets sont d'abord traités dans les mêmes conditions que ci-dessus pendant 10 min. A ce moment leur humidité est tombée à environ 6 %. Ils sont ensuite plongés dans un second bain de sable à plus haute température (environ 240°) où ils séjournent 5 min, temps suffisant pour parfaire le séchage.

Des essais comparatifs ont montré que les pellets séchés en lit de sable fluidisé avaient une résistance nettement inférieure à celle des pellets séchés en étuve (Tabl. I.)

Etant donné la médiocrité des résultats, cette technique a été abandonnée et, en vue des développements industriels possibles, nous avons étudié le mode de séchage suivant.

c) Les essais ont été réalisés avec soufflage ascensionnel à vitesse élevée (de l'ordre de 2 m/s) d'un mélange d'air et de fumée de combustion de gaz de ville. L'appareillage expérimental comporte un petit panier cylindrique de 250 mm de diamètre, dont le fond est constitué par une toile métallique à mailles de 10 mm, d'une cuve calorifugée dans laquelle vient s'emboîter le panier, l'étanchéité étant assurée par un joint hydraulique, et d'un générateur de gaz chaud.

grootte en de aard van het produkt waarvan men vertrokken is. Deze vochtigheid moet door thermisch drogen verwijderd worden. Wij hebben tegelijkertijd drie droogprocédé's bestudeerd :

a) het langzaam drogen in een laboratoriumkachel met kunstmatige trek en voorverwarmde lucht op ongeveer 140°,
b) het snel drogen in bewegend zandbed,
c) het snel drogen in een gasstroom die door gedwongen verluchting tot stand komt op grote snelheid en bestaat uit een mengsel van lucht en rookgassen, met een temperatuur van 200°.

a) Het drogen in een laboratoriumkachel duurt 2 tot 3 uren naargelang van de afmetingen van de balletjes. De resultaten zijn over het algemeen bevredigend en wij hebben de methode genomen als vérgelijkingspunt om de degelijkheid van de andere droogprocédé's te beoordelen.

Alhoewel deze behandeling in hete lucht plaats vindt, zijn de aangewende temperaturen onvoldoende om de cokesvormende eigenschappen van de balletjes ernstig te doen verminderen.

b) Het drogen in bewegend zandbed werd in een mand uitgevoerd in een kleine discontinu oven.

Een eerste techniek bestaat er in de balletjes onder te dompelen in een bewegend zandbed op een gemiddelde temperatuur van 125°; de beweging wordt regelmatig onderbroken (een stoot per minuut). Op die manier duurt het drogen ongeveer 25 minuten.

Er werd een tweede methode beproefd om een kortere droogtijd te bekomen. Vooreerst worden de balletjes op dezelfde wijze als hierboven behandeld gedurende 10 minuten. Op dat ogenblik bedraagt de vochtigheid nog 6 %. Daarop worden ze ondergedompeld in een tweede zandbed op een hogere temperatuur (ongeveer 240°) waar ze 5 minuten blijven, hetgeen volstaat om de droging te voleinden.

Uit vergelijkende proeven is gebleken dat de weerstand van in bewegend zandbed gedroogde balletjes merkelijk kleiner was dan die van in een kachel gedroogde balletjes (zie tabel I).

Wegens de slechte resultaten werd deze techniek opgegeven en met het oog op een mogelijke industriële ontwikkeling hebben wij de volgende methode voor het drogen ter studie genomen.

c) Tijdens de proeven werd een mengsel bestaande uit lucht en verbrandingsgassen van stadsgas opwaarts geblazen op hoge snelheid (van de grootteorde van 2 m/s). De proefapparatuur bestaat uit een kleine cilindrische korf met een doormeter van 250 mm waarvan de bodem een zeef is met mazen van 10 mm, verder uit een gecalorifugeerde buis waar de korf in past, waarbij de dichtheid door een waterafdichting wordt bekomen, en uit een hete-gassengenerator.

TABLEAU I

Comparaison du séchage à l'étuve et en lit de sable fluidisé.
Vergelijking tussen drogen in een kachel en in bewegend zandbed.

Diamètre des pellets (mm) / Doormeter van de balletjes (mm)	Composition du produit / Samenstelling van het produkt: Maigre / mager %	1/2 gras / 1/2 vet %	gras / vet %	Liant / Bindmiddel: Bentonite / Bentoniet %	Lessive sulfitique / sulfiet-houdend waswater %	Résistance après séchage / Weerstand na het drogen: Etuve / kachel kg	Sable (1) / zand (1) kg	Sable (2) / zand (2) kg	Perte de résistance par rapport à l'étuve / Weerstanverlies ten opzichte van de kachel: Sable (1) / zand (1)	Sable (2) / zand (2)
12	80	—	20	1	½	5,5	3	2,6	45 %	53 %
14	—	90	10	½	½	5,7	3,4	2,7)	36 %	53 %
14	80	—	20	1	½	7,5	5	3,5)		
15	80	—	20	1	½	5,6	4,6	4,1)	22 %	29 %
15	80	—	20	0	½	5,1	3,7	3,5)		
17	80	—	20	1	½	11	6,5	4,5)		
17	80	—	20	0	½	7	4	2,3)	35 %	58 %
17	—	90	10	½	½	7,7	3,8	2,7)		
17	70	—	30	1	½	7,3	7,3	4,5)		
19	80	—	20	1	0	8,5	2,4	5)		
20	75	—	25	1	½	9,5	9,5	6,5)	42 %	47 %
22	75	—	25	1	½	20	10	8,5)		

(1) Séchage dans un seul lit de sable fluidisé par intermittence (t_{moy} 125°).
Drogen in een enkel bij tussenpozen bewegend zandbed (t_{gem} 125°).
(2) Séchage accéléré par traitements successifs dans deux lits (t_{moy} 125° et 240°).
Versneld drogen door achtereenvolgende behandeling in twee bedden (t_{gem} 125° en 240°)

TABLEAU II

Comparaison du séchage à l'étuve et par soufflage de gaz chaud.
Vergelijking tussen drogen in een kachel en in een hete gasstroom.

Diamètre des pellets / Doormeter van de balletjes (mm)	Composition du produit / Samenstelling van het produkt: Maigre / mager %	1/2 gras / 1/2 vet %	gras / vet %	Liant / bindmiddel: Bentonite / Bentoniet %	Less. sulf. / sulfiet-houdend waswater %	Résistance après séchage / Weerstand na het drogen: Etuve / kachel kg	Gaz chaud / hete gassen kg	Augmentation de résistance par rapport à l'étuve / Vermeerdering van de weerstand ten opzichte van de kachel
13	80	—	20	0	½	2,8	3,5)	
14	—	90	10	½	½	2,9	3,5)	47 %
15	—	90	10	0	½	3,4	5,4)	
15	80	—	20	0	½	2,4	4,5)	
17	—	100	—	½	½	5,3	5,8)	
18	80	—	20	0	½	2,7	5,8)	34 %
19	—	90	10	0	½	5,7	6,7)	
20	80	—	20	0	½	7,7	8,2)	
20	—	100	—	½	½	4,8	6,8)	19 %
21	—	90	10	½	½	4,9	5,7)	

Tous les essais effectués en faisant varier les paramètres, débit de gaz chaud et hauteur de la couche de pellets, ont fourni des pellets séché sans fissures et dont la résistance est de 20 à 50 % supérieure à celle obtenue dans les essais témoins en étuve de laboratoire (Tabl. II).

Pour une couche de pellets de 150 mm d'épaisseur et avec un débit de gaz chaud de 5.500 $Nm^3/h/m^2$ de grille, la durée du séchage est de 6 à 7 min.

Al de proeven, met als veranderlijke parameters het debiet in hete gassen en de hoogte van de laag balletjes, hebben gedroogde balletjes zonder spleten opgeleverd waarvan de weerstand 20 tot 50 % meer bedraagt dan die van de balletjes bekomen in de testproef met laboratoriumkachel (tabel II).

Met een laag balletjes met een hoogte van 150 mm en een debiet hete gassen van 5.500 $Nm^3/u/m^2$ zeefoppervlakte, duurt het drogen 6 tot 7 min.

TABLEAU III

Résistance des pellets séchés à l'étuve.

Weerstand van in de kachel gedroogde balletjes.

Numéro de l'échantillon / Nummer van het monster	Composition / Samenstelling		Diamètre / Doormeter Φ mm	Résistance / Weerstand		K_R . 10^2 (*) / K_R . 10^2 (*) kg/mm²
	Charbon gras / vette kolen %	Coke / cokes %		kg	e_T %	
1	50	50	11,2	2,5	27	1,99
2	50	50	14,0	3,5	35	1,79
3	50	50	20,2	5,1	24	1,25
7	100	0	13,9	3,8	16	1,97
8	75	25	13,8	4,7	24	2,47
9	75	25	20,6	8,6	28	2,03
10	75	25	11,8	2,2	36	1,58
11	75	25	14,3	3,7	26	1,81
12	75	25	13,5	6,1	13	3,34
13a	75	25	10,0	2,5	30	2,50
13b	75	25	12,5	4,5	25	2,88
14	75	25	16,0	3,6	37	1,41
15	75	25	17,0	3,5	38	1,21
16	75	25	15,0	5,3	52	2,25
17	75	25	15,5	6,4	29	2,66
18	75	25	23,0	10,1	16	1,91
19a	75	25	31,0	16,7	28	1,74
20	75	25	39,0	31,0	15	2,04
28	50	50	47,0	33,0	27	1,50
29	50	50	34,0	26,4	18	2,28
30	50	50	28,0	18,7	21	2,39
31	75	25	47,0	21,0	31	0,95
33	75	25	29,0	18,3	17	2,18
34	75	25	29,0	16,6	12	1,97
35	75	25	35,0	24,1	18	1,96

(*) $K_R = \frac{\text{Résistance}}{\Phi}$ (*) $K_R = \frac{\text{Weerstand}}{\Phi^2}$

42. Résistance à la compression.

a) *Influence de la dimension des pellets.*

Le tableau III donne les résistances moyennes de 25 échantillons de pellets fabriqués à partir de différents mélanges de charbon gras et de coke broyé, le liant consistant dans tous les cas en 2 % de bentonite.

Cette résistance correspond à la charge de rupture du pellet comprimé entre les deux faces planes et parallèles de plateaux en acier. La figure 2 présente ces résistances en fonction du diamètre des pellets.

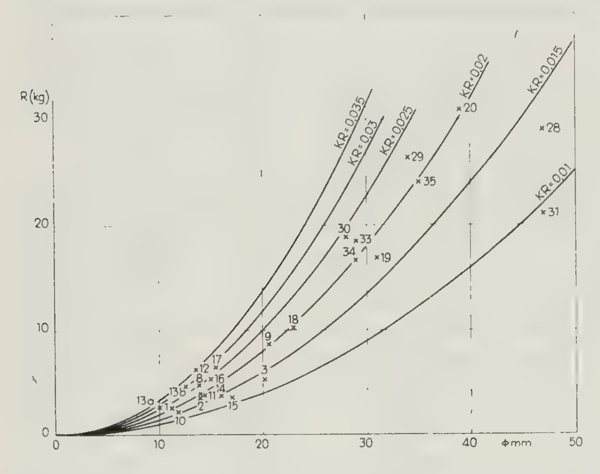


Fig. 2.
Résistance des pellets séchés en fonction de leur diamètre.
Weerstand van de gedroogde balletjes in functie van hun doormeter.

Comme il fallait s'y attendre, on constate une nette corrélation entre la résistance et le diamètre. Pour permettre l'étude des différents paramètres de fabrication, il convient de définir un coefficient de résistance indépendant du diamètre.

La résistance des matériaux nous apprend que la pression maximum du centre du contact d'une sphère et d'une plaque plane est définie par la relation

$$(\sigma_x) \max = \frac{1}{M} \sqrt[3]{\sigma F \frac{1}{(k_1 + k_2)^2 r^2}}$$

où F est la force appliquée

k_1 *et* k_2, les coefficients élastiques des matières constituant la sphère et la plaque

et r, le rayon de la sphère.

On constate que, pour des valeurs de k_1 et k_2 données, cette tension maximum ne dépend que du rapport F/r^2.

42. Drukweerstand.

a) *Invloed van de afmeting der balletjes.*

Tabel III geeft de gemiddelde weerstand van 25 monsters van balletjes, vervaardigd uit verschillende mengsels van vette kolen en gemalen cokes, met als bindmiddel steeds 2 % bentoniet.

Deze weerstand komt overeen met de breukbelasting van het balletje als het samengedrukt wordt tussen twee vlakken en evenwijdige stalen platen. Figuur 2 geeft deze weerstand in functie van de doormeter van de balletjes.

Zoals te verwachten was bestaat er een duidelijk verband tussen de doormeter en de weerstand. Vooraleer men de verschillende fabricageparameters kan bestuderen, moet men een weerstandscoëfficiënt bepalen die onafhankelijk is van de doormeter.

De weerstandsleer der materialen leert ons dat de hoogste drukking in het centrum van het contact tussen een bol en een vlakke plaat gegeven wordt door de volgende vergelijking :

$$(\sigma_x) \max = \frac{1}{M} \sqrt[3]{\sigma F \frac{1}{(k_1 + k_2)^2 r^2}}$$

met F : aangelegde kracht

k_1 en k_2 : de elastische coëfficiënten van de stoffen waaruit de bol en de plaat bestaan

r : de straal van de bol.

Men ziet dat de hoogste spanning bij gegeven waarden van k_1 en k_2 enkel afhangt van de verhouding F/r^2.

Een coëfficiënt $K_R = R/\Phi^2$ kan dus gelden als een uitdrukking van de weerstand der balletjes onafhankelijk van hun doormeter. Op figuur 2 geven wij de functie $R = K_R \Phi^2$ voor verschillende waarden van K_R. De voorstellingspunten van de proefondervindelijke resultaten liggen tamelijk goed binnen de bundel parabolen.

Om de gegrondheid van onze hypothese te toetsen hebben wij de coëfficiënt $K_R = R/\Phi^2$ berekend voor de 25 monsters van tabel III (laatste kolom van deze tabel) en deze waarden van K_R op figuur 3 voorgesteld in functie van de doormeter van de balletjes.

De gemiddelde waarde van deze K_R is 0,02 met een relatieve type-afwijking van 27 %.

Op figuur 3 ziet men dat, uitzondering gemaakt voor de punten 12 en 31, de waarden K_R betrekkelijk symmetrisch gelegen zijn ten opzichte van de horizontale die overeenkomt met de gemiddelde waarde 0,02. Daaruit kan men besluiten dat deze coëfficiënt K_R een middel daarstelt om de weerstand van de balletjes te karakteriseren onafhankelijk van hun doormeter.

Un coefficient $K_R = R/\Phi^2$ devrait donc caractériser la résistance des pellets indépendamment de leur diamètre. Sur la figure 2, nous avons porté la fonction $R = K_R \Phi^2$ pour différentes valeurs de K_R. Le faisceau de paraboles obtenu encadre assez bien les points représentatifs des résultats expérimentaux.

Pour contrôler le bien-fondé de l'hypothèse, nous avons calculé le coefficient $K_R = R/\Phi^2$ pour les 25 échantillons du tableau III (dernière colonne de ce tableau) et porté, à la figure 3, ces valeurs de K_R en fonction du diamètre des pellets.

La valeur moyenne de ces K_R est égale à 0,02 avec un écart type relatif de 27 %.

La figure 3 montre que, si l'on excepte les points 12 et 31, les valeurs de K_R se disposent de façon assez symétrique autour de l'horizontale correspondant à la valeur moyenne 0,02. On peut en conclure que ce coefficient K_R permet de caractériser la résistance des pellets indépendamment de leur diamètre.

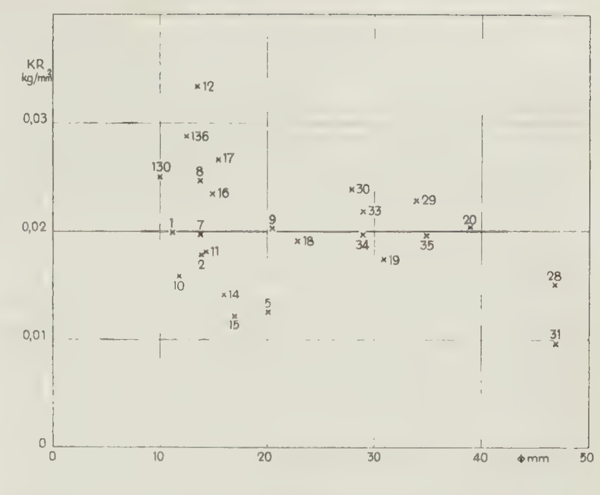


Fig. 3.

Coefficient de résistance des pellets séchés en fonction de leur diamètre.

Weerstandscoëfficiënt van de gedroogde balletjes in functie van hun doormeter.

b) *Influence de la nature et de la quantité de liant.*

Nous avons réalisé un certain nombre d'essais de pelletisation sur des mélanges contenant 80 à 90 % de charbon maigre et 10 à 20 % de charbon gras avec, comme liant, de la lessive sulfitique, de la bentonite ou un mélange de ces deux produits.

Le tableau IV donne les moyennes des coefficients de résistance (K_R) obtenus suivant les dosages de ces liants.

Les diamètres de tous ces pellets se situent dans la gamme de 10 à 25 mm.

Le nombre relativement réduit des essais ne permet pas de tirer de conclusion définitive quant à l'influence des liants, mais l'observation du tableau IV permet cependant de dégager certaines tendances significatives.

Il semble que :

1) Lorsque la bentonite est utilisée seule, une addition de 1 % est suffisante et on ne gagne rien en augmentant ce dosage.

2) Dans le cas d'utilisation d'un liant mixte, lessive sulfitique-bentonite, l'influence de la bentonite n'est sensible que si son dosage atteint 1 %.

3) Le passage de ½ à 1 % de lessive sulfitique n'est intéressant qu'en présence de 1 % de bentonite.

Pour expliquer ces observations, il faut considérer l'influence des liants sur la pelletisation et leur comportement au cours du séchage.

b) *Aard en dosering van de bindmiddelen.*

Wij hebben omtrent de produktie van balletjes een aantal proeven uitgevoerd met mengsels bestaande voor 80 tot 90 % uit magere en voor 10 tot 20 % uit vette kolen en als bindmiddel sulfiethoudend waswater of bentoniet of een mengsel van deze twee produkten gebruikt.

Tabel IV geeft de gemiddelden van de weerstandscoëfficiënten (K_R) die men bekomt al naargelang van de dosering van het bindmiddel.

Bij al deze balletjes ligt de doormeter tussen 10 en 25 mm.

Uit dit betrekkelijk klein aantal proeven kunnen geen definitieve besluiten getrokken worden betreffende de invloed van het bindmiddel, maar toch leidt men uit tabel IV zekere neigingen af die niet zonder betekenis zijn.

Ze komen neer op het volgende :

1) Wanneer men alleen bentoniet gebruikt volstaat een hoeveelheid van 1 % en heeft een grotere dosis geen nut.

2) In een mengsel van de twee bindmiddelen, sulfiethoudend waswater en bentoniet, is de invloed van bentoniet slechts merkbaar wanneer de dosering minstens 1 % bedraagt.

3) Overgaan van ½ op 1 % sulfiethoudend waswater is enkel dan lonend wanneer er minstens 1 % bentoniet is.

Om deze feiten te verklaren dient men de invloed na te gaan van de bindmiddelen op de

TABLEAU IV

Coefficient de résistance de pellets séchés pour différentes teneurs en liants.

		BENTONITE			
		0 %	1/2 %	1 %	2 %
Lessive sulfitique	0 %			3 essais $K_{R_{moyen}} = 0{,}0212$ $e_T = 14\ \%$	25 essais $K_{R_{moyen}} = 0{,}0200$ $e_T = 27\ \%$
	½ %	11 essais $K_{R_{moyen}} = 0{,}0193$ $e_T = 17\ \%$	8 essais $K_{R_{moyen}} = 0{,}0225$ $e_T = 39\ \%$	18 essais $K_{R_{moyen}} = 0{,}0350$ $e_T = 39\ \%$	
	1 %	1 essai $K_R = 0{,}0170$	1 essai $K_R = 0{,}0207$	10 essais $K_{R_{moyen}} = 0{,}0434$ $e_T = 36\ \%$	

TABEL IV

Weerstandscoëfficiënten van gedroogde balletjes voor verschillende gehalten aan bindmiddel.

		BENTONIET			
		0 %	1/2 %	1 %	2 %
Sulfiethoudend waswater	0 %			3 proeven $K_{R_{gem.}} = 0{,}0212$ $e_T = 14\ \%$	25 proeven $K_{R_{gem.}} = 0{,}0200$ $e_T = 27\ \%$
	½ %	11 proeven $K_{R_{gem.}} = 0{,}0193$ $e_T = 17\ \%$	8 proeven $K_{R_{gem.}} = 0{,}0225$ $e_T = 39\ \%$	18 proeven $K_{R_{gem.}} = 0{,}0350$ $e_T = 39\ \%$	
	1 %	1 proef $K_R = 0{,}0170$	1 proef $K_R = 0{,}0207$	10 proeven $K_{R_{gem.}} = 0{,}0434$ $e_T = 36\ \%$	

Nous avons vu que le processus de pelletisation est favorisé par l'addition d'un certain pourcentage de bentonite et entravé, au contraire, par la présence de lessive sulfitique, par suite de la réduction de tension superficielle de l'eau.

Pour être efficace, un accroissement de la teneur en lessive sulfitique doit être associé à une augmentation parallèle de la teneur en bentonite, faute de quoi le processus de pelletisation se détériore et la qualité des pellets diminue.

Au cours du séchage, les deux liants se comportent différemment. Dans le pelletiseur, la lessive sulfitique se trouve en solution très diluée et, lors du séchage, elle a tendance à migrer vers la surface. Il en résulte que le pellet séché comporte une croûte extérieure, plus ou moins épaisse, notablement enrichie en lessive et présentant une bonne résistance mécanique, entourant un noyau pauvre en liant.

La bentonite, au contraire, présente sous forme d'une suspension colloïdale, reste répartie de façon beaucoup plus homogène dans le pellet sec.

L'association des deux liants a donc l'avantage de fournir un pellet séché possédant à la fois un noyau de cohésion suffisante et une bonne résistance superficielle.

43. Résistance à l'abrasion.

Le test d'abrasion consiste à cribler pendant 5 min environ 100 g de pellets sur un tamis de 25 cm de diamètre, équipé d'une toile métallique à mailles carrées de 5 mm. L'abrasion se mesure par le pourcentage de passé trouvé en fin d'opération.

a) *Influence du diamètre des pellets.*

On peut faire l'hypothèse, a priori, que l'abrasion doit être proportionnelle à la surface spécifique des pellets, c'est-à-dire inversement proportionnelle à leur diamètre :

$$A = KA/\Phi \quad \text{d'où} \quad K_A = A\ \Phi.$$

Au tableau V, nous avons porté les valeurs d'abrasion obtenues pour une série d'échantillons de pellets agglomérés avec 2 % de bentonite.

Ces pourcentages d'abrasion ont été reportés à la figure 4 en fonction des diamètres. Nous avons tracé sur cette même figure les hyperboles correspondant à des valeurs déterminées de K_A.

On constate, à première vue, que les valeurs expérimentales se répartissent de façon assez homogène dans le faisceau d'hyperboles.

vorming van de balletjes en hun houding in de droogoven.

Wij hebben gezien dat het vormen van balletjes wordt in de hand gewerkt door toevoeging van een zeker procent bentoniet en tegengewerkt door de aanwezigheid van sulfiethoudend waswater dat de oppervlaktespanning van het water vermindert.

Voor een goed resultaat moet men bij elke toevoeging van meer sulfiethoudend waswater het gehalte aan bentoniet op gelijkaardige wijze verhogen, zoniet wordt de processus van de vorming der balletjes verstoord en vermindert de kwaliteit der balletjes.

De twee bindmiddelen gedragen zich anders tijdens het drogen. Tijdens het vormen der balletjes is het sulfiethoudend water volkomen opgelost en verdund en tijdens het drogen heeft het een neiging om naar de oppervlakte te komen. Het gedroogde balletje heeft dus een min of meer dikke buitenkorst die duidelijk aangerijkt is in sulfietwater en een goede weerstand biedt, met daar binnen in een kern die arm is aan bindmiddel.

Het bentoniet is daarentegen een colloïdale oplossing en is ook in het gedroogde balletje veel homogener verdeeld.

Gebruikt men beide bindmiddelen samen, dan krijgt men bijgevolg een droog balletje met een goed samenhoudende kern en tevens een goede oppervlakteweerstand.

43. Sleetvastheid.

Bij de sleettest worden 100 g balletjes gedurende ongeveer 5 min gezeefd op een zeef met een doormeter van 25 cm en voorzien van een metaalgaas met vierkante mazen van 5 mm. Men meet de sleet door het wegen van de fijne doorval op het einde van de operatie.

a) *Invloed van de doormeter van de balletjes.*

Men kan a priori vooropzetten dat de sleet evenredig moet zijn met de soortelijke oppervlakte der balletjes, dus omgekeerd evenredig met hun doormeter :

$$A = K_A/\Phi \quad \text{vanwaar :} \quad K_A = A\ \Phi$$

In tabel V geven wij de sleetwaarde voor een reeks van monsters van balletjes gevormd met 2 % bentoniet.

In figuur 4 worden deze sleetpercenten voorgesteld in functie van de doormeter. Op dezelfde figuur tekenen wij de hyperbolen die overeenkomen met bepaalde waarden K_A.

Men bemerkt op het eerste zicht dat de experimentele waarden tamelijk homogeen verdeeld liggen in de bundel hyperbolen.

TABLEAU V

Abrasion de pellets séchés à 2 % de bentonite.

Sleet bij gedroogde balletjes met 2 % bentoniet.

N° de l'échantillon Nr van het monster	Composition / Samenstelling		Diamètre Doormeter Φ mm	Abrasion Sleet %	K_A (*) mm
	Charbon gras vette kolen %	Coke cokes %			
1	50	50	11,2	27,6	309
2	50	50	14	32,5	455
3	50	50	20,2	26,2	529
7	100	0	13,9	9,0	125
8	75	25	13,8	18,4	291
9	75	25	20,6	22,8	469
10	75	25	11,8	22,5	266
11	75	25	14,3	15,8	226
12	75	25	13,5	11,8	159
16	75	25	15	17,9	268
17	75	25	15,5	10,0	155
18	75	25	23	18,8	432
19	75	25	31	16,5	511
20	75	25	39	12,9	503
28	50	50	47	8,3	390
29	50	50	34	5,8	197
30	50	50	28	18,4	515
31	75	25	47	10,8	508
33	75	25	29	21,6	626
34	75	25	29	8,4	244
35	75	25	35	9,3	326

(*) K_A = Abrasion x Φ (mm) (*) K_A = Sleet x Φ (mm)

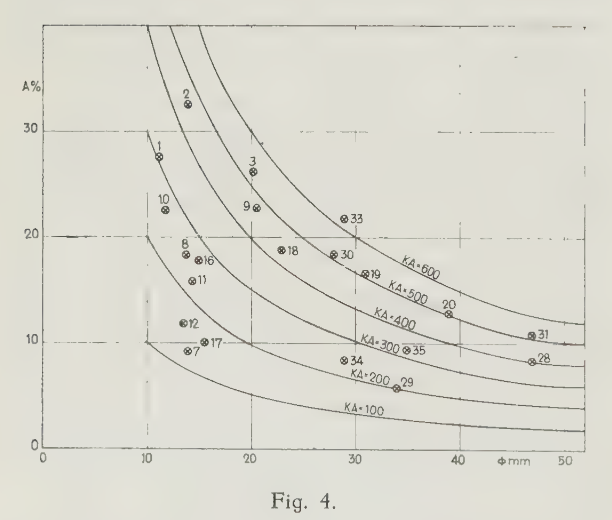


Fig. 4.

Abrasion des pellets séchés en fonction de leur diamètre.

Sleet van de gedroogde balletjes in functie van hun doormeter.

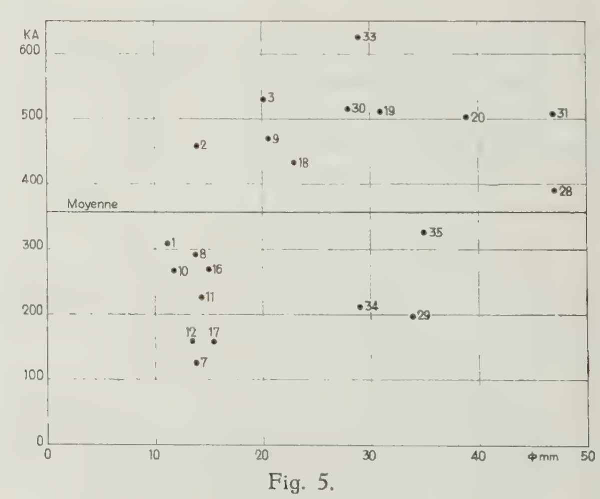


Fig. 5.

Coefficient d'abrasion des pellets séchés en fonction de leur diamètre.

Sleetcoëfficiënt van de gedroogde balletjes in functie van hun doormeter.

Cependant, si l'on reporte le coefficient K_A en fonction du diamètre des pellets (fig. 5), on note que les valeurs du coefficient d'abrasion relatif aux pellets de 10 à 20 mm de diamètre sont dans l'ensemble nettement inférieures à la moyenne; ce résultat favorable est vraisemblablement lié à la meilleur homogénéité des pellets de petit diamètre.

Tekent men echter de coëfficiënt K_A in functie van de doormeter der balletjes (fig. 5), dan ziet men dat de sleetcoëfficiënt der balletjes met een doormeter tussen 10 en 20 mm veel lager ligt dan de gemiddelde; dit gunstig resultaat houdt waarschijnlijk verband met de grotere homogeniteit van de balletjes met kleine doormeter.

TABLEAU VI

Coefficient d'abrasion de pellets séchés pour différentes teneurs en liant.

		BENTONITE			
		%	1/2 %	1 %	2 %
Lessive sulfitique	0 %			3 essais K_A moyen : 313 e_T : 12,8 %	21 essais K_A moyen : 357 e_T : 41,5 %
	½ %	9 essais K_A moyen : 136 e_T : 29,3 %	1 essai K_A : 78	17 essais K_A moyen : 55 e_T : 51,6 %	
	1 %	1 essai K_A : 92	1 essai K_A : 53	10 essais K_A moyen : 25 e_T : 36,4 %	

TABEL VI

Sleetcoëfficiënt van gedroogde balletjes voor verschillende gehalten aan bindmiddel.

		BENTONIET			
		%	1/2 %	1 %	2 %
Sulfiethoudend waswater	0 %			3 proeven K_A gem. : 313 e_T : 12,8 %	21 proeven K_A gem. : 357 e_T : 41,5 %
	½ %	9 proeven K_A gem. : 136 e_T : 29,3 %	1 proef K_A : 78	17 proeven K_A gem. : 55 e_T : 51,6 %	
	1 %	1 proef K_A : 92	1 proef K_A : 53	10 proeven K_A gem. : 25 e_T : 36,4 %	

b) *Influence des liants.*

Des mélanges de 80 à 90 % de charbon maigre et 10 et 20 % de charbon gras ont donné des valeurs moyennes de K_A résumées au tableau VI. L'observation de ce tableau permet de tirer deux conclusions :

1) La lessive sulfitique donne une pellicule superficielle dure, favorable à la résistance à l'abrasion. Cette résistance est nettement améliorée par l'addition de bentonite qui favorise la formation des pellets.
2) La bentonite seule utilisée à raison de 1 ou 2 % ne confère aux pellets qu'une très faible résistance à l'abrasion.

44. Résistance aux chocs.

La résistance aux chocs est définie conventionnellement par le nombre de chutes, d'une hauteur de 50 cm sur une surface métallique, que le pellet peut supporter avant de se briser.

a) *Résistance aux chocs des pellets crus.*

Il est indispensable que les pellets crus, au sortir du plateau pelletiseur, possèdent un minimum de résistance aux chocs pour permettre leur manutention vers l'installation de séchage.

La figure 6 donne le nombre moyen de chutes supportées par une série d'échantillons de pellets de charbon maigre aggloméré avec 1 % de bentonite et 0, ½ ou 1 % de lessive sulfitique.

Ces points s'inscrivent dans un réseau d'hyperboles définies par la relation $N = K_c/\Phi$ d'où nous tirons un coefficient de résistance aux chocs $K_c = N\,\Phi$.

On peut observer que la teneur en lessive sulfitique n'a pas d'influence significative sur la répartition des points par rapport à la courbe moyenne.

b) *Invloed van de bindmiddelen.*

Mengsels van 80 tot 90 % magere en 10 tot 20 % vette kolen hebben de gemiddelde waarden van K_A gegeven die werden samengevat in tabel VI.

Uit deze tabel kan men de volgende besluiten trekken :

1) Het sulfietwater geeft een oppervlakkige harde huid die de sleetvastheid verhoogt. Deze sleetvastheid neemt nog merkelijk toe door het toevoegen van bentoniet dat de vorming van de balletjes bevordert.
2) Enkel bentoniet gebruiken tegen 1 tot 2 % geeft aan de balletjes slechts een zeer kleine sleetvastheid.

4. SCHOKVASTHEID

De schokvastheid wordt conventioneel vastgesteld door het aantal keren dat men het balletje kan laten vallen over een hoogte van 50 cm op een stalen vlak, voor het breekt.

a) *Schokvastheid van rauwe balletjes.*

De rauwe balletjes die uit de vormmachine komen moeten noodzakelijk een zekere schokvastheid bezitten om naar de drooginstallatie te kunnen gebracht worden.

Figuur 6 geeft het gemiddeld aantal voor een reeks monsters van balletjes uit magere kolen geagglomereerd met 1 % bentoniet en 0, ½ of 1 % sulfiethoudend waswater. Deze punten liggen binnen een bundel hyperbolen die beantwoorden aan de vergelijking $N = K_c/\Phi$ waaruit wij een schokvastheidscoëfficiënt afleiden : $K_c = N\,\Phi$.

Men kan vaststellen dat het gehalte aan sulfietwater geen invloed van betekenis heeft op de verdeling van de punten ten opzichte van de gemiddelde kromme.

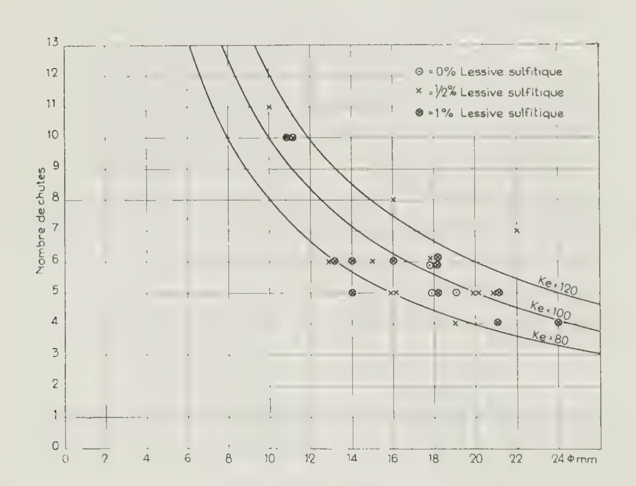


Fig. 6.

Résistance au choc des pellets crus à 1 % de bentonite et différentes teneurs en lessive sulfitique.

Schokweerstand van rauwe balletjes met 1 % bentoniet en verschillende gehalten aan sulfiethoudend waswater.

lessive sulfitique : sulfiethoudend waswater - nombre de chutes : aantal valproeven

TABLEAU VII

Variation du coefficient de résistance aux chocs.
Schommelingen van de schokvastheidscoëfficiënt.

Nature des pellets Aard van de balletjes	% bentonite % bentoniet	Kc moyen Kc gemiddeld	Ecart-type Type-afwijking
80 % maigre + 20 % gras 80 % mager + 20 % vet	0 %	82	36,6 %
id	½ %	89	33,1 %
id	1 %	98	18,7 %
75 % gras + 25 % coke 75 % vet + 25 % cokes	2 %	284	18,9 %

Les valeurs moyennes de K_c en fonction de la teneur en bentonite sont résumées au tableau VII.

Pour une même qualité de charbon (3 premières lignes du tableau), un accroissement de la teneur en bentonite améliore légèrement les propriétés mécaniques des pellets crus et réduit la dispersion des résultats. On retrouve ici l'influence favorable de la bentonite sur le processus de pelletisation.

La quatrième ligne du tableau donne un exemple de pellets dont la résistance aux chocs est nettement supérieure. Il s'agit, dans ce cas, d'un schlamm flotté assez cendreux, contenant un certain pourcentage d'argile colloïdale. La présence de cette argile et de 2 % de bentonite et la grande finesse de charbon combinent leurs actions pour conférer aux pellets crus des caractéristiques mécaniques très favorables.

b) *Résistance aux chocs des pellets séchés.*

En général, les pellets séchés résistent au test de 20 chutes de 50 cm. Pour rendre le test sélectif, il conviendrait d'augmenter la hauteur de chute et de la porter à 1 ou 2 m.

5. CONCLUSIONS

L'ensemble des résultats obtenus au cours de cette étude permet de dégager quelques conclusions au sujet des perspectives de développement de la technique de pelletisation en vue de l'agglomération des charbons destinés à la carbonisation.

51. Avec le type de pelletiseur que nous avons expérimenté (plateau incliné, à bord peu élevé), il est possible de réaliser des fabrications conti-

De gemiddelde waarden K_c in functie van het bentonietgehalte worden gegeven in tabel VII.

Bij gelijkblijvende kwaliteit van de kolen (eerste drie lijnen van de tabel) geeft een verhoging van het bentonietgehalte een lichte verbetering van de mechanische eigenschappen van de rauwe balletjes en een vermindering van de spreiding der resultaten. Hierin herkent men de gunstige invloed van het bentoniet op de vorming der balletjes.

De vierde lijn geeft een voorbeeld van balletjes met duidelijk hogere schokvastheid. Het betreft een geval van gefloteerd asrijk kolenslik dat een zeker percent colloïdale klei bevat. Dank zij deze klei, de 2 % bentoniet en de grote fijnheid van de kolen, die samenwerken, krijgt men rauwe balletjes met zeer goede mechanische karakteristieken.

b) *Schokvastheid van de gedroogde balletjes.*

De gedroogde balletjes weerstaan in het algemeen aan een test waarbij ze 20 keren vallen over een hoogte van 50 cm. Om deze test selectief te maken zou men een valhoogte moeten annemen van 1 of 2 m.

5. BESLUITEN

Uit het geheel van de resultaten van deze studie kunnen enkele besluiten worden afgeleid betreffende de vermoedelijke ontwikkeling der techniek die bestaat in het vormen van balletjes voor het agglomereren van kolen bestemd voor de carbonisering.

51. Met de vormmachine waarmee wij geëxperimenteerd hebben (hellende schijf met lage boord), kunnen op continu wijze balletjes met

nues de pellets de qualité convenable, dans la gamme de 10 à 20 mm de diamètre.

Les caractéristiques mécaniques des pellets crus dépendent de la nature du charbon, de sa teneur en cendres (en particulier de la présence d'argiles) et de sa granulométrie; elles dépendent également de l'humidité des pellets (optimum 18 %), mais fort peu du type et de la quantité de liant.

52. Pour éviter la fissuration des pellets, leur séchage doit être réalisé de façon progressive, le séchage en lit de sable fluidisé est à déconseiller; par contre, de très bons résultats peuvent être obtenus en opérant sur grille avec une hauteur de couche de 150 à 200 mm, une température de fumées de 200°C et un débit de l'ordre de 5000 $Nm^3/h/m^2$ de grille. Dans ces conditions, la durée du séchage peut varier de 5 à 10 min.

53. Les résistances à la compression et à l'abrasion des pellets secs sont améliorées par l'emploi d'un liant mixte constitué de ½ à 1 % de bentonite et ½ à 1 % de lessive sulfitique. On obtient, dans ces conditions, des pellets de 15 à 20 mm de diamètre possédant des résistances à la compression de l'ordre de 10 kg et des pertes par abrasion de 2 à 3 % après 5 min de séjour sur tamis vibrant.

De tels pellets pourraient supporter un stockage sans trop de dégradation, à conditions d'être manipulés avec ménagement aux points de remplissage et de soutirage des silos.

54. Si l'on compare la pelletisation sur plateau et l'agglomération à la presse rotative, on arrive aux conclusions suivantes :

— La pelletisation exige un broyage plus poussé des produits et un contrôle plus précis de leur granulométrie.

— La consommation de liants est nettement plus faible en pelletisation, mais les frais de séchage des pellets crus compensent partiellement l'économie réalisée sur les liants.

— Les presses rotatives ont des capacités atteignant 50 à 60 t/h et demandent peu de surveillance; les plateaux pelletiseurs paraissent limités à 7 à 8 t/h et exigent un contrôle constant.

— Les caractéristiques mécaniques des pellets séchés limitent leur aptitude au stockage.

— Le domaine d'utilisation économique de la presse rotative paraît limité aux agglomérés de dimensions supérieures à 25 mm. Au contraire, la mise au point industrielle d'une production de pellets inférieurs à 20 mm semble assez facile; mais si l'on désire obtenir, sur plateau, des pellets de plus gros diamètre, on rencontre, à l'échelle pilote, une série de difficultés (instabilité de la fabrication et hétérogénéité des pellets) qui laissent présager une mise au point industrielle laborieuse.

behoorlijke hoedanigheden vervaardigd worden in de gamma van 10 tot 20 mm doormeter.

De mechanische kenmerken van de rauwe balletjes hangen af van de aard van de kolen, het asgehalte ervan (vooral de aanwezigheid van klei), en de korrelgrootteverdeling; ze hangen ook samen met de vochtigheid van de balletjes (optimaal 18 %) maar houden slechts weinig verband met de aard en de hoeveelheid bindmiddel.

52. Opdat dè balletjes niet zouden splijten moet het drogen zeer geleidelijk verlopen; het drogen in bewegend zandbed is af te raden; daarentegen kunnen zeer goede resultaten bekomen worden op een rooster in een laag met een dikte van 150 tot 200 mm bij een rookgassentemperatuur van 200°C en een debiet van 5.000 $Nm^3/u/m^2$ roosteroppervlak. De duur van het drogen kan in die omstandigheden variëren van 5 tot 10 min.

53. De drukweerstand en de schokvastheid van de gedroogde balletjes nemen toe als men een gemengd bindmiddel gebruikt, bestaande uit ½ tot 1 % bentoniet en ½ tot 1 % sulfiethoudend waswater. In die omstandigheden krijgt men balletjes met een doormeter van 15 tot 20 mm die een drukweerstand vertonen van de orde van 10 kg en een sleetvastheid van 2 tot 3 % na een verblijf van 5 min op een trilzeef.

Dergelijke balletjes zouden zonder veel gevaar voor afbraak kunnen opgeslagen worden, op voorwaarde dat omzichtig wordt tewerk gegaan bij het vullen en leegtrekken van de bunkers.

54. Een vergelijking tussen het vormen van balletjes op een schijf en het agglomereren in de draaiende pers leidt tot de volgende besluiten :

— Het vormen van balletjes vraagt een verder malen van de produkten en een strengere controle op de korrelgrootte.

— Voor balletjes zijn beslist minder bindmiddelen nodig, maar de besparing die men hier bekomt wordt gedeeltelijk opgeheven door de kosten voor het drogen van de rauwe balletjes.

— De capaciteit van draaiende persen gaat tot 50 en 60 t/u en er is haast geen toezicht; met schijven voor het vormen van balletjes schijnt men beperkt tot 7 en 8 t/u en er moet voortdurend controle uitgeoefend worden.

— De mechanische kenmerken van de gedroogde balletjes zijn zodanig dat de mogelijkheid tot opslaan beperkt is.

— De draaiende persen schijnen maar economisch te kunnen werken met agglomeraten van meer dan 25 mm. Daarentegen schijnt het niet moeilijk te zijn de produktie van balletjes beneden de 20 mm industrieel uit te werken; wanneer men echter op de schijf dikkere balletjes wil bekomen stuit men in de proefinstallatie op een reeks moeilijkheden (gebrek aan stabiliteit in het fabricageproces, heterogeniteit van de balletjes) die bij de uitwerking op industriële schaal problemen laten voorzien.

Entraînements hydrostatiques pour machines du fond (*)

Hydrostatische aandrijvingen van ondergrondse mijnmachines (*)

M. LUYCK

Ing.-Techn. V.T.I.H. — Techn. ing. V.T.I.H.

RESUME

L'augmentation continuelle de la production ainsi que l'évolution de la technique nous amènent depuis quelque temps, à chercher pour différentes machines de l'industrie un entraînement plus souple, avec la possibilité de réglage de vitesse et transformation du couple.

La solution électrique actuelle est un moteur à courant continu avec groupe Ward-Leonard ; en solution hydraulique, le but est atteint par l'entraînement hydrostatique.

Un champ d'application difficile pour les entraînements hydrostatiques du fait des circonstances, est celui des machines souterraines des mines.

Le moteur triphasé électrique qui entraîne une machine peut être remplacé par un moteur hydrostatique beaucoup moins encombrant ; ce moteur doit être alimenté par une pompe volumétrique, directement entraînée par un moteur électrique à vitesse constante.

L'emploi d'une pompe à débit variable offre la possibilité d'un réglage de vitesse très souple et continu. Le moteur électrique de la pompe peut démarrer à vide ; de là un moteur plus petit et moins cher et aussi un appareillage plus simple.

Dans la description ci-après, on trouvera quelques notes théoriques sur le couple, la puissance, la vitesse, etc... de certaines machines du fond et du groupe d'entraînement hydrostatique, ainsi qu'un

SAMENVATTING

De voortdurende opdrijving van de produktie en de evolutie van de techniek leiden thans voor diverse machines in allerlei takken van de nijverheid, tot de vraag naar een soepele aandrijving met mogelijkheid tot snelheidsregeling en koppelomvorming.

Elektrisch vindt men de oplossing bij de gelijkstroommotor en Ward-Leonardschakeling, hydraulisch komt men tot de oplossing door middel van de hydrostatische aandrijving.

Een door de omstandigheden moeilijk toepassingsgebied voor hydrostatische aandrijving schijnt wel dit van de ondergrondse mijnmachines te zijn.

De elektrische wisselstroommotor die een machine aandrijft kan men vervangen door een veel kleinere hydrostatische motor, deze wordt gevoed door een volumetrische pomp, rechtstreeks aangedreven door een elektromotor op constante snelheid.

Bij gebruik van een pomp met regelbaar debiet bekomt men een zeer soepele snelheidsregeling. De elektromotor van de pomp kan onbelast aanlopen zodat hij kleiner en goedkoper kan gekozen worden terwijl de elektrische apparatuur eveneens eenvoudiger wordt.

In de hiernavolgende uiteenzetting wordt, naast enkele theoretische beschouwingen, een algemeen

(*) Extrait de « Ingenieurs ». n° 1, janvier 1967.

aperçu général de quelques pompes et moteurs hydrauliques et leurs accessoires.

Ensuite, nous donnons quelques brèves indications sur les fluides hydrauliques difficilement inflammables qui sont utilisables au fond et sur quelques installations d'essais en service.

overzicht gegeven van enkele voorname thans bestaande hydrostatische aandrijvingen met de bijbehorigheden.

Tevens worden in het kort enkele moeilijk ontvlambare hydraulische vloeistoffen besproken, die geschikt zijn voor ondergronds gebruik.

INHALTSANGABE

Der stetige Anstieg der industriellen Produktion und die Ausweitung der Technik haben den Anstoss zur Entwicklung elastischer Antriebe gegeben, die die Möglichkeit der Geschwindigkeitsregelung und Momentumwandlung bieten.

Die elektrische Lösung dieser Aufgabe stellt ein Gleichstrommotor mit Ward-Lenoard Schaltung dar, die hydraulische Lösung bietet der hydrostatische Antrieb.

Ein Gebiet für die Anwendung hydrostatischer Antriebe, die allerdings durch die besonderen Verhältnisse auf Schwierigkeiten stösst, bieten die untertage eingesetzten Bergbaumaschinen.

Ein Drehstrommotor für den Antrieb einer Maschine kann durch einen hydrostatischen Motor von wesentlich geringerem Raumbedarf ersetzt werden ; gespeist wird er von einer volumetrischen Pumpe, die ihrerseits von einem Elektromotor mit konstanter Geschwindigkeit betätigt wird.

Die Verwendung einer Pumpe mit veränderlicher Leistung bietet die Möglichkeit einer äusserst elastischen und stetigen Geschwindigkeitsregelung. Der Elektromotor der Pumpe kann ohne Last anlaufen ; dies bedeutet, dass man mit einem kleineren und daher billigeren Motor und einer einfacheren elektrischen Apparatur auskommt.

Der Aufsatz gibt nach einigen theoretischen Betrachtungen, eine Beschreibung verschiedener elektrostatischer Antriebe und ihres Zubehörs sowie kurze Hinweise auf flammwidrige hydraulische Flüssigkeiten, die für den Untertagebetrieb geeignet sind.

SUMMARY

The continual increase in output as well as the evolution in technics have for some time led us to try to find an easier drive for various machines, with the possibility of speed control and transformation of the torque.

The present electrical solution to the problem is a continuous current motor with Ward-Leonard group ; the hydraulic solution consists of a hydrostatic drive.

One field of application for hydrostatic drives, which is rendered difficult by circumstances, is that of underground mining machines.

The tri-phase electric motor wich drives a machine may be replaced by a far less cumbersome hydrostatic motor ; this motor must be fed by a volumetric pump, directly driven by an electric motor at constant speed.

The use of a pump with variable output makes possible an easy and continuous control of the speed. The electric motor of the pump may start up in neutral gear and hence the motor is smaller and cheaper and the apparatus more simple.

In the description which follows, some theoretic notes will be found concerning the torque, the power, the speed, etc... of certain underground machines and of the hydrostatic drive system, as well as a general outline of some hydraulic pumps and engines and their accessories.

We then give a few brief indications of the hydraulic fluids which do not catch fire easily and on some installations on trial.

1. INTRODUCTION

Les installations et les équipements hydrauliques sont devenus, depuis quelques années, un concept courant et familier de l'industrie. Aussi dans les mines modernes, au cours des derniers temps, re-

1. INLEIDING

De hydraulische werktuigen en installaties zijn sinds enkele jaren een verbouwd begrip geworden in de nijverheid. Zo ook worden thans allerlei hydraulisch bediende installaties gebezigd bij de onder-

court-on, pour les besoins de l'exploitation, à toutes sortes d'engins entraînés par voie hydraulique. Parmi ceux-ci on dénombre :

— les ravanceurs hydrauliques de wagonnets ;
— les vérins hydrauliques de ripage ;
— les étançons hydrauliques isolés ;
— les soutènements hydrauliques mécanisés.

Dans tous ces équipements, le fluide hydraulique, débité sous pression statique par une pompe, alimente un cylindre dont le piston, sous l'effet du fluide comprimé, subit un déplacement fixe bien défini. Sur le plan purement technique, on ne peut formuler aucun reproche à l'adresse de tels mécanismes ; les difficultés qui peuvent surgir trouvent avant tout leur origine dans leur mise en œuvre et leur entretien sous les conditions géologiques particulières qui prévalent au fond.

D'autres applications dans les mises comportent *l'accouplement à fluide hydraulique* et le *convertisseur hydrodynamique de couple*. Dans ces deux organes, la *pression dynamique* de l'huile qui participe au mouvement dans le cycle, est mise à profit pour transmettre hydrauliquement l'énergie à la machine à entraîner.

Dans l'accouplement hydraulique, l'énergie mécanique d'une roue primaire à aubes (roue de pompes) entraînée par un moteur électrique est convertie sous forme d'énergie cinétique du fluide, pour ensuite être transformée à nouveau en énergie mécanique à la roue secondaire à aubes (roue de turbine turborotor). Le couple moteur est donc ainsi entièrement converti à la machine à entraîner.

Dans le convertisseur hydraulique de couple, on distingue de même un rotor de pompe et un turborotor ; cependant pour réaliser des couples variables, on intercale entre ces deux roues à pales un disque fixe à aubes directrices. De tels convertisseurs hydrauliques de couple sont utilisés, au fond, sur les locomotives Diesel (Deutz-Moë).

Comme entraînement hydrostatique appliqué à titre de précurseur dans les mines, on citera, en fin de la présente étude, les *abatteuses-chargeuses à commande électrohydraulique*. En ce cas, on a toujours affaire à un groupe de commande hydrostatique à circuit ouvert ou fermé. De telles machines ne présentent pratiquement que peu de difficultés sur le plan hydraulique, du fait que le système hydraulique est entièrement logé à l'intérieur de la construction et, de ce fait, n'est pas directement influencé par les facteurs géologiques.

Dans les *entraînements hydrostatiques* à station de pompe et moteur hydraulique séparé, dans lesquels l'énergie est transportée vers la machine tournante par un *fluide hydraulique sous pression statique*, plusieurs problèmes se posent néanmoins, avant tout lorsqu'ils s'agit de transmettre de grandes puissances.

grondse uitbating van moderne mijnen. We vernoemen ondermeer :

— de hydraulische wagendrukkers :
— de hydraulische omschijfcylinders ;
— de enkelvoudige hydraulische stempels ;
— de hydraulische wandelondersteuning.

Bij deze toestellen wordt de vloeistof, door de pomp onder statische druk gevoed in een cylinder waar de zuiger een vaste verplaatsing dient te ondergaan. Vanuit technisch standpunt zijn deze toepassingen dus helemaal niet ingewikkeld ; de moeilijkheid ligt hier echter vooral bij het gebruik en het onderhoud onder de heersende geologische omstandigheden.

Andere toepassingen in de mijnnijverheid zijn : de *vloeistofkoppeling* en de *hydrodynamische koppelomvormer*. Hierin wordt de *dynamische druk* van de rondslingerende olie benut om de energie langs hydraulische weg over te brengen naar de draaiende machine.

In de vloeistofkoppeling wordt de mechanische energie van het primaire schoepenwiel (pompenwiel), aangedreven door de elektromotor, omgezet in kinetische energie in de vloeistof om vervolgens opnieuw te worden omgevormd tot mechanische energie op het secundaire schoepenwiel (turbinewiel). Het motorkoppel wordt aldus volledig omgezet op de aan te drijven machine.

In de hydraulische of hydrodynamische koppelomvormer onderscheiden we eveneens een pompenwiel en een turbinewiel doch om de verandering van het koppel te bekomen wordt tussen deze twee schoepenwielen een vast schoepenwiel opgesteld. De hydrodynamische koppelomvormers worden ondergronds toegepast op de diesellokomotieven (Deutz-Moës).

Als voorloper van hydrostatische aandrijvingen in de mijnnijverheid vermelden we tenslotte de *elektrohydraulisch aangedreven kolensnijmachines*. We hebben hierin immers te doen met een hydrostatische aandrijfgroep met open of gesloten kringloop. Er zijn met deze machines weinig moeilijkheden omdat het hydraulisch systeem volledig werd ingebouwd en dus niet rechtstreeks afhankelijk is van de geologische faktoren.

Bij de *hydrostatische aandrijvingen* met gescheiden pompgroep en motor, waarbij de energie naar de draaiende machine wordt getransporteerd door *vloeistofstroom onder statische druk*, komen echter

Ces problèmes ont trait entre autres : à la construction proprement dite d'hydromoteurs de grande puissance destinés aux machines du fond, aux fluides ininflammables à utiliser, aux pressions de service élevées, à la lubrification, au refroidissement des moteurs, c'est-à-dire à la dispersion des calories produites, aux joints d'étanchéité entre pièces en mouvement, aux sécurités à prévoir et éventuellement aux organes de contrôle et de réglage.

L'étude des avantages présentés par les entraînements hydrostatiques appliqués à des machines bien déterminées du fond a conduit aux installations expérimentales en activité à ce jour et en projet dans divers pays, en sorte que le développement subséquent se fera vraisemblablement en cours d'exploitation. Lorsque nous parlerons de machines du fond, nous viserons les têtes motrices utilisées jusqu'ici pour le commande des installations de transport et d'abattage du charbon et, d'une manière plus précise, les transporteurs à bande de caoutchouc ou d'acier, les convoyeurs blindés de taille, les convoyeurs à chaînes à raclettes et les installations de rabotage.

2. LES COMMANDES ACTUELLES ET LEURS INCONVENIENTS

21. Moteurs à air comprimé.

Dans les charbonnages modernes, ces moteurs ne sont plus utilisés pour la commande des machines que : 1°) dans les travaux préparatoires où, pour des raisons de sécurité, les moteurs électriques sont proscrits ; 2°) comme moteur auxiliaire aidant au démarrage des transporteurs.

Alors que le démarrage en souplesse et l'augmentation progressive de la vitesse sont considérés comme des avantages, on déplore néanmoins les inconvénients suivants : prix d'achat plus élevé, consommation très élevée en m^3 d'air comprimé par tonne, encombrement plus grand, bruit produit pendant la marche.

22. Moteurs électriques à courant alternatif.

221. Constitution du groupe de commande.

Pour l'entraînement des installations combinées de convoyeurs blindés et de rabots et des transporteurs à bande, on recourt jusqu'ici, en règle générale, aux moteurs asynchrones, triphasés, de 33 kW (ou 38 ou 44 kW) alimentés sous 500 V, tournant à 1500 tr/min et présentant un couple maximal égal à 2 fois le couple normal.

Pour obtenir la vitesse linéaire adéquate et le couple exigé, on intercale, entre l'arbre moteur et l'arbre

heel wat problemen naar voor, vooral dan bij de overbrenging van grote vermogens.

Deze problemen zijn o.a. de bouw van hydromotoren met groot vermogen voor ondergrondse machines, de te gebruiken onbrandbare vloeistoffen bij hoge drukken, de smering, de warmteafvoer, de afdichtingen tussen de bewegende delen, de beveiligingen evenals de regel- en stuurorganen.

De studie van de voordelen van hydrostatische aandrijvingen voor bepaalde ondergrondse machines hebben geleid tot de thans lopende en voorziene proefinstallaties in verschillende landen, zodat ook de verdere praktische ontwikkeling mogelijk zal gemaakt worden. Wanneer we verder in dit verband spreken van ondergrondse mijnmachines dan bedoelen we de thans gebruikte aandrijfmachines, van de installaties voor het vervoer en de afbouw van de kolen en meer bepaald de gummi — en stalen vervoerbanden, de panzerinstallaties, kettingtransporteurs en de schaafinstallaties.

2. DE HUIDIGE AANDRIJVINGEN EN HUN NADELEN

21. De persluchtmotoren.

In de moderne mijnen worden deze motoren nog allen gebruikt voor de aandrijving van machines, bij de voorbereidende werken waar omwille van de veiligheid geen elektromotoren mogen toegepast worden of als hulpmotor bij het starten.

Terwijl de soepele aanloop en geleidelijke snelheidstoename als voordelen gelden, kunnen we echter volgende nadelen vermelden : de belangrijke aankoopprijs, de grote kostprijs aan energieverbruik (perslucht), zijn omvangrijkheid evenals het geluid tijdens de werking.

22. De elektrische wisselstroommotoren.

221. Samenstelling van de aandrijfgroep.

Voor de aandrijving van panzer-schaafinstallaties en vervoerbanden worden thans algemeen driefazige asynchrone motoren gebruikt van 33 kW (of 38 of 44 kW) op 500 V en bij 1500 tr/min en met een tweevoudig maximumkoppel.

Om de gepaste lineaire snelheid en het vereiste koppel te bekomen wordt dan naargelang het geval

conduit, un réducteur à engrenages, en vue de réaliser à volonté un rapport de démultiplication déterminé respectivement de 28/1, 40/1, 49/1, 50/1, 65/1 ou autres. Afin de pouvoir disposer de deux régimes de marche déterminés, on intercale dans le système un réducteur spécial à enclenchement des vitesses (sélecteur ou boîte à vitesses multiples). La transmission entre moteur et réducteur à engrenages s'opère via un accouplement à fluide hydraulique, à glissement de 2 à 4 % en combinaison avec un accouplement à flasque et broches ou avec un accouplement à dents (fig. 1).

een tandwielkast tussengebouwd met een vaste overbrengingsverhouding van 28/1, 40/1, 49/1, 50/1, 65/1 of andere. Om twee bepaalde snelheden te hebben dient men een speciale tandwielkast met schakelkast tussen te bouwen. De overbrenging tussen de elektromotoren en de tandwielkast gebeurt via een vloeistofkoppeling met een slip van 2 à 4 % in kombinatie met een flenskoppeling of een tandkoppeling (zie fig. 1).

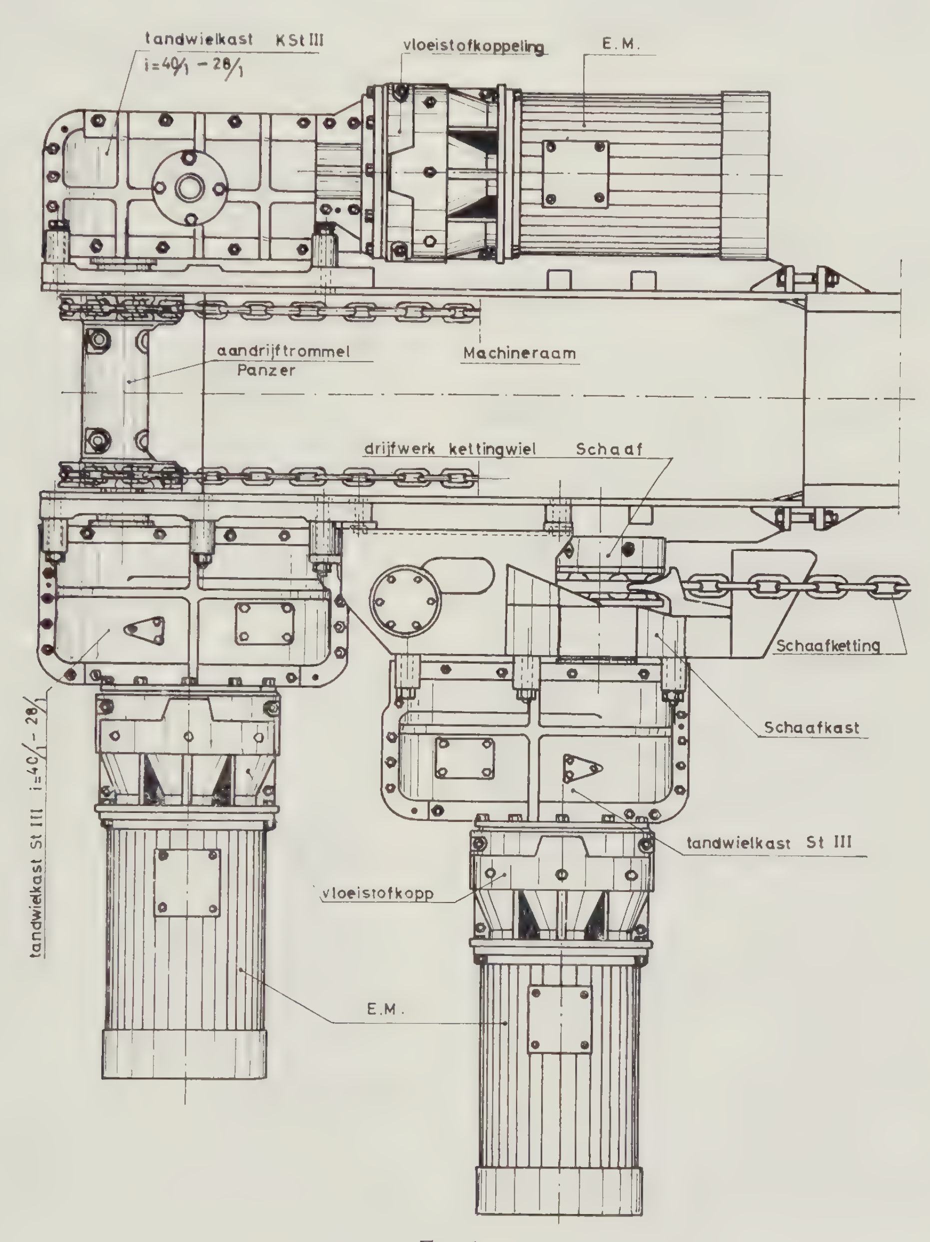


Fig. 1.

Tête motrice classique d'installation blindé/rabot.

Klassiek aandrijfhoofd van Panzer-Schaafinstallatie.

Tandwielkast K St III : réducteur à engrenages K St III - Aandrijftrommel Panzer : tambour d'entraînement des chaînes du blindé - Machineraam : châssis de la machine - Drijfwerk kettingwiel : noix à empreintes d'entraînement de la chaîne - Schaaf : rabot - Schaafkast : réducteur du rabot - Vloeistofkopp : accouplement hydraulique - Schaafketting : chaîne de rabot

222. Inconvénients de la commande électrique par moteur à courant alternatif.

Les principaux inconvénients spécifiques de ce sytème de commande appliqué aux machines du fond, sont les suivants :

— le démarrage franchement brutal qui persiste, nonobstant le glissement de l'accouplement hydraulique ;
— les grandes forces d'inertie engendrées et dues à la présence des masses tournantes intercalées, telles que réducteurs et accouplements ;
— les frais élevés d'entretien des organes de commande, tels que réducteurs, accouplements, noix d'entraînement des chaînes ;
— l'impossibilité d'un réglage de la vitesse, de sorte qu'on reste asservi à une ou deux vitesses bien déterminées, immuablement fixées ;
— la durée de vie souvent relativement courte des moteurs électriques travaillant dans des conditions difficiles. L'emploi d'un appareillage de sécurité adéquat a montré qu'il était néanmoins possible de remédier, la plupart du temps, à cet aléa.

Les inconvénients s'avèrent importants, car il s'est confirmé par les mesures auxquelles on a procédé que :

— Dans une longue taille normale, le rabot par exemple n'est utilisé effectivement qu'à raison de 30 à 40 % du temps disponible.
— Dans une longue taille normale, souvent on opère jusqu'à 1000 démarrages par poste ; 50 % de ceux-ci durent moins de 2 secondes, ce qui signifie que, pour les 500 autres, les contacteurs interviennent pour effectuer des interruptions de courant pour lesquelles ils n'ont pas été calculés. A chaque démarrage, on développe des calories pendant 8 s de la durée normale du cycle de l'opération, de sorte que les pannes, qui dans de nombreux cas surviennent à la suite d'un échauffement exagéré, ne peuvent être exclues. De même, le recours à des moteurs plus puissants ne peut apporter une solution au problème, d'autant plus qu'en régime normal, le plus souvent on n'a besoin à peine que de 30 à 35 ch de puissance.

223. Mesures correctives prises.

En vue de remédier aux inconvénients spécifiques des têtes motrices électriques, on a jusqu'ici proposé et mis à l'épreuve les améliorations suivantes :

1. Accouplements à fluide hydraulique pourvus de clapets intérieurs à orifice de passage variable, disposés entre l'avant-chambre et la chambre de travail, afin de réaliser de la sorte un démarrage graduel et progressif (fig. 2).
2. Moteurs pourvus d'un dispositif de freinage mécanique incorporé qui intervient à la rupture du

222. Nadelen van de elektrische wisselstroomaandrijving.

Enkele voorname nadelen van dit aandrijfsysteem bij ondergrondse installaties zijn :

— de vrij brutale aanloop en dit niettegenstaande de hydraulische slipkoppeling ;
— de grote inertiekrachten tengevolge de tussengeschakelde tandwielkasten en koppelingen ;
— de grote onderhoudskosten van de aandrijforganen, zoals tandwielkasten, koppelingen en kettingwielen ;
— de onmogelijkheid van snelheidsregeling, zodat men gebonden blijft aan één of twee welbepaalde snelheden ;
— de soms betrekkelijk korte levensduur van de elektromotoren in zware omstandigheden. Het gebruik van een gepaste beveiligingsapparatuur heeft aangetoond dat aan dit nadeel echter meestal kan verholpen worden.

De aangehaalde nadelen zijn zeer belangrijk want uit opmetingen is gebleken dat :

— in een normale pijler de schaaf bv. ; slechts 30 à 40 % van de tijd nuttig gebruikt wordt ;
— in een normale pijler dikwijls tot 1000 maal per post gestart wordt, waarvan 50 % minder dan 2 sec. duren, d.w.z. gedurende 500 maal moeten de contactoren zorgen voor stroomonderbrekingen waarvoor ze niet berekend zijn. Telkens men start wordt er een warmte ontwikkeld van 8 sec. normale looptijd, zodat de defekten tengevolge overdreven verwarming in sommige gevallen niet uit te sluiten zijn. Ook het gebruik van sterkere motoren kan het probleem dus niet oplossen, temeer daar tijdens de normale gang meestal slechts 30 à 35 pk nodig zijn.

223. Maatregelen.

Om aan bepaalde nadelen van de bestaande elektrische aandrijvingen het hoofd te bieden, worden thans volgende verbeteringen aangebracht en beproefd :

1. Vloeistofkoppelingen voorzien van verstelbare inwendige kleppen tussen de voorkamer en de werkkamer om alzo een geleidelijke aanloop te verkrijgen (fig. 2).
2. Motoren voorzien van een ingebouwde mechanische remming bij de stroomonderbreking en een

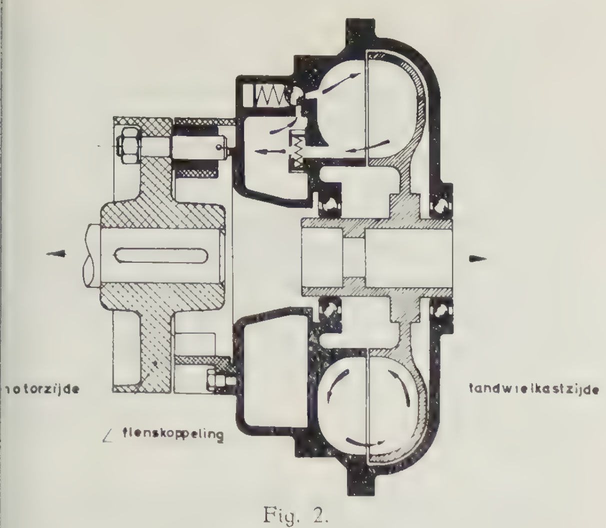


Fig. 2.

Accouplement hydraulique avec soupapes à billes réglables.
Vloeistofkoppeling met regelbare kogelkleppen.

Motorzijde : côté moteur - Flenskoppeling : accouplement à lasque (à joue) - Tandwielkastzijde : côté réducteur

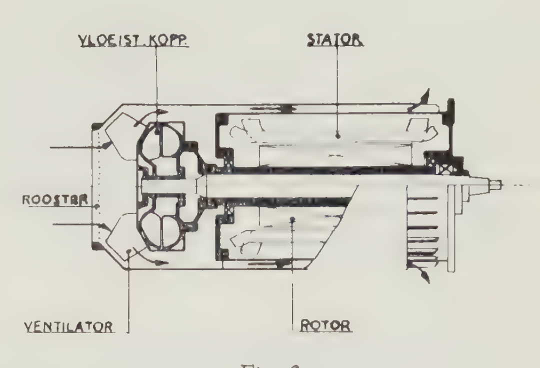


Fig. 3.

Moteur électrique à accouplement hydraulique incorporé à la construction.

Elektromotor met ingebouwde vloeistofkoppeling.

Rooster : grille

courant et d'un dispositif de refroidissement permanent qui agit même pendant l'arrêt du moteur.

3. Moteurs avec accouplement à fluide incorporé à la construction, en sorte qu'on obtient ainsi un groupe compact avec réfrigération efficace, qui s'opère par la surface externe de l'ensemble en saillie (fig. 3).

Avant d'aborder la discussion des nouvelles solutions proposées, nous répondrons à cette question importante :

« Pourquoi est-il nécessaire de démarrer d'aussi nombreuses fois au cours d'un poste de production ? ».

Les raisons principales sont les suivantes :

— Dans la couche de houille, existent fréquemment des endroits où la dureté du charbon est plus grande. Lorsque le rabot parvient à ces « nœuds » plus résistants, la tension de la chaîne de halage s'accroît, obligeant le machiniste d'installation à actionner le poussoir de « halte » et de « démarrage » en vue de tirer profit du couple maximal de démarrage et ainsi vaincre plus aisément la résistance locale opposée au rabot, sans pour cela provoquer la rupture des broches de cisaillement. Il réalise ainsi, par cet artifice, une réduction de la vitesse.

— Lors de la course descendante du rabot (c'est-à-dire dans le même sens de marche que celui du convoyeur blindé), la vitesse relative ne s'élève qu'à 0,65 — 0,38 = 0,27 m/s. Cette vitesse est trop faible pour absorber le débit total de charbon abattu, en sorte que la capacité de transport du convoyeur blindé va être dépassée. Dès lors, le machiniste se voit contraint de stopper régulièrement le rabotage s'il ne veut pas bloquer le

permanente afkoeling d.w.z. ook tijdens de stilstand van de motor.

3. Motoren met ingebouwde vloeistofkoppeling zodat een compacte groep wordt bekomen, met een uitstekende afkoeling van de koppeling (fig. 3).

Alvorens over te gaan tot de bespreking van de nieuwe oplossingen moeten we nog de volgende belangrijke vraag beantwoorden :

« Waarom wordt er tijdens de produktieposten zoveel gestart en stopgezet » ?

De voornaamste redenen hiervoor zijn wel de volgende :

— In een kolenlaag treden meestal harde plaatsen op. Wanneer de schaaf daar komt vergroot de spanning in de ketting, zodat de machinist dan gaat piano spelen op zijn halt- en startknop om alzo het maximum startkoppel te benutten en de schaaf te kunnen doortrekken zonder dat de breekbout begeeft. Er wordt dus een kunstmatige verkleining van de snelheid toegepast.

— Tijdens de neerwaartse reis van de schaaf (zelfde zin als de panzer) bedraagt de relatieve snelheid slechts 0,65 — 0,38 = 0,27 m/s.

Deze snelheid is te klein om de produktie op te vangen zodat de panzerinstallatie dan gaat over-

convoyeur blindé, et cette interruption, dans certains cas, se produit jusqu'à 20 à 30 fois par passe de coupe. Egalement, en cette circonstance on recourt à une adaptation artificielle de la vitesse.

— Aux extrémités de taille, on n'est pas parvenu jusqu'ici à construire un interrupteur de fin de course tout à fait efficace et présentant une sécurité de marche totale ; en conséquence là également le machiniste, par des arrêts et démarrages répétés, essaie de venir avec le rabot juste à bonne distance des extrémités du front.

Conclusion.

En vue de réduire le nombre d'enclenchements et de déclenchements, on exige, en ordre principal, de pouvoir régler la vitesse, c'est-à-dire diminution de celle-ci pour franchir les « nœuds » à résistance accrue et réglage approprié de celle-ci pendant la course ascendante du rabot, de même qu'au voisinage des extrémités de taille.

3. SOLUTION ELECTRIQUE DU PROBLEME

Une vitesse réglable peut être obtenue par voie électrique au moyen d'un *moteur à courant continu alimenté par un groupe Ward-Leonard,* avec redresseurs statiques de courant à réglage automatique.

— Le moteur électrique à courant continu, construit en version de sécurité vis-à-vis du grisou de ± 40 kW, est refroidi par un ventilateur spécial qui agit, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur de la carcasse (carcasse ventilée). Le réglage de la vitesse et l'inversion du sens de marche sont obtenus en modifiant la tension d'alimentation (de 0 à 500 V), opération qu'on réalise en agissant sur l'excitation de la génératrice de courant continu du groupe Ward-Leonard. Lors du démarrage, même sous de sévères conditions de charge, le moteur à courant continu peut développer un couple de démarrage qui atteint jusqu'à 3 fois le couple normal.

— Le groupe Ward-Leonard comprend essentiellement :

1. Un moteur de commande asynchrone, triphasé, de construction anti-grisouteuse.
2. Une génératrice de courant continu, à excitation indépendante, qui alimente un ou deux moteurs à courant continu.
3. Une dynamo d'excitation qui alimente l'excitation de la génératrice de courant continu et les moteurs à courant continu.
4. Un bâti sur lequel sont groupés le moteur à courant alternatif et la génératrice.

La construction de tels groupes de commande avec réducteur à engrenages, exécutés en version com-

lopen. De machinist is dan verplicht de schaaf regelmatig stop te zetten en dit in sommige gevallen tot 20 à 30 maal per reis. Ook in dit geval wordt dus een kunstmatige verkleining van de snelheid toegepast.

— Voor de pijleruiteinden werden tot hiertoe geen doelmatige en betrouwbare eindschakelaars gebouwd zodat ook daar de machinist door herhaald stoppen en starten juist ver genoeg tracht te komen met de schaaf.

Besluit.

Om het aantal in- en uitschakelingen te verminderen is de hoofdvereiste « regelbare snelheid » d.w.z. snelheidsvermindering aan de doorgang van de zware punten en regelingsmogelijkheden tijdens de neerwaartse reis evenals aan de kop en de voet van de pijler.

3. DE ELEKTRISCHE OPLOSSING VAN HET VRAAGSTUK

De regelbare snelheid kan elektrisch bekomen worden d.m.v. een *gelijkstroommotor, gevoed door een Ward-Leonardgroep* met statische gelijkrichters met automatische regeling.

— De mijngasveilig uitgevoerde gelijkstroommotor van ± 40 kW wordt inwendig, evenals uitwendig in het motorhuis gekoeld door afzonderlijke ventilatoren. De snelheidsregeling en draaizinomkering wordt bekomen door de veranderlijke voedingsspanning (vb : tot 500 V) die men bekomt door te werken op de opwekking van de gelijkstroomgenerator van de Ward-Leonardgroep. Bij het starten evenals bij zware werkvoorwaarden kan de gelijkstroommotor tot ongeveer driemaal zijn nominaal koppel leveren.

— De Ward-Leonardgroep bestaat hoofdzakelijk uit :

1. Een driefasige asynchrone mijngasveilige aandrijfmotor.
2. Een gelijkstroomgenerator met onafhankelijke bekrachtiging, die één of twee gelijkstroommotoren voedt.
3. Een opwekdynamo die de opwekkring van de gelijkstroomgenerator en de gelijkstroommotoren voedt.
4. Een onderstel waarop de wisselstroommotor en de generator samen gemonteerd worden.

pacte, est projetée par les A.C.E.C. et déjà certains d'entre eux sont en service expérimental dans les exploitations minières. Comparativement aux têtes motrices classiques à moteurs asynchrones, le gain de place au montage est relativement faible. Un réducteur à engrenages est encore nécessaire afin d'obtenir, à la noix de commande des chaînes, le couple exigé et la vitesse appropriée.

La solution par moteurs à courant continu est assez onéreuse et délicate pour une application au fond ; cependant, on espère une meilleure adaptation aux conditions de la mine, de même qu'une réduction plus substantielle de l'encombrement.

4. SOLUTION HYDRAULIQUE DU PROBLEME

41. Données.

But : réaliser une vitesse et un couple variables au tambour d'entraînement des chaînes, au moyen d'une transmission hydrostatique.

Comme il ressort des discussions subséquentes, la chose ne semble pas tellement difficile ; cependant, il importe de construire les moteurs pour les vitesses de rotation et les couples précisément demandés. Quel est l'ordre de grandeur de ceux-ci ?

— A titre d'exemple, considérons une installation de blindé commandée en tête et pied de taille par un moteur électrique à puissance nominale N = 33 kW. En régime normal, environ 30 ch de puissance effective sont fournis par le moteur, tandis que le tambour de commande des chaînes tourne à ± 38 tr/min ; le couple développé en régime normal vaut ainsi :

$$Cn = \frac{75 \cdot N}{\frac{2 \pi n}{60}} = \frac{75 \times 30}{\frac{2 \pi 38}{60}} = 565 \text{ kgm.}$$

Les broches de sécurité de l'accouplement, à boulons de cisaillement, du réducteur ST III-60, conçues pour moteurs jusqu'à 60 ch, se rompent pour un effort de cisaillement d'environ 18.000 kg et la surface de cisaillement se répartit sur une circonférence de 298 mm de Ø. Le couple de résistance maximal au moment de la rupture est donc :

$$Cmax. = K \cdot r = 18.000 \times 0{,}149 = 2680 \text{ kgm.}$$

Pratiquement, nous pouvons donc conclure que le couple résistant peut varier de 500 à 2700 kgm.

Considérons maintenant une transmission hydrostatique avec moteur de 50 ch et rendement total $\eta_{total} = 0{,}75$. Dès lors nous obtenons, correspondant aux maximum et minimum du couple, les vitesses maximale et minimale ci-après :

Zulke aandrijfgroepen met tandwielkast in compacte vorm uitgevoerd werden ontworpen door A.C.E.C. en reeds op proef in bedrijf gezet. Vergeleken met de klassieke aandrijfgroep met asynchrone motoren is de plaatswinst bij montage eerder gering. Ook blijft een tandwielkast vereist om het gewenste koppel en de gepaste snelheid op het kettingwiel te bekomen.

De oplossing met gelijkstroommotoren is betrekkelijk duur en ook delikaat voor ondergronds gebruik doch men hoopt de aandrijfgroep nog beter aan te passen evenals de hoofdafmetingen nog te verkleinen.

4. DE HYDRAULISCHE OPLOSSING VAN HET VRAAGSTUK

41. Gegevens.

— *Doel :* door middel van een hydrostatische overbrenging een veranderlijke snelheid en koppel op het aandrijfkettingwiel bekomen.

Zoals uit de verdere bespreking blijkt is dit niet zo moeilijk, doch men dient de motoren te bouwen voor de juist gevraagde koppels en toerentallen. Welk is de orde van grootte hiervan ?

— Als voorbeeld beschouwen we een gewone panzerinstallatie, aan kop en voet van de pijler aangedreven door een elektrische motor met een vermogen N = 33 kW. Bij normale gang wordt dan ongeveer 30 pk geleverd door de motor terwijl de aandrijftrommel ± 38 tr/min doet zodat we mogen zeggen dat in normaal bedrijf een koppel uitgeoefend wordt dat gelijk is aan :

$$Cn = \frac{75 \cdot N}{\frac{2 \pi n}{60}} = \frac{75 \times 30}{\frac{2 \pi 38}{60}} = 565 \text{ kgm.}$$

De veiligheidsspillen in de breekboutkoppeling van een tandwielkast ST III-60, geschikt voor motoren tot 60 pk, breken bij een schuifkracht van ongeveer 18.000 kg en het snijvlak ligt op een steekcirkel van 298 mm.

Het max. weerstandskoppel op het ogenblik van de breuk is dus

$$Cmax. = K \cdot r = 18.000 \times 0{,}149 = 2680 \text{ kgm.}$$

Praktisch mogen we dus besluiten dat het weerstandskoppel kan veranderen van 500 kgm tot 2700 kgm.

Beschouwen we nu een hydrostatische overbrenging met een motor van 50 pk en een $\eta_{tot.} = 0{,}75$ dan bekomen we bij het minimum en maximum koppel de volgende maximum en minimum snelheid.

De

$$C_n = \frac{75 \cdot N \cdot \eta}{\frac{2 \pi n}{60}}$$

on tire

$$n = \frac{75 \cdot N \cdot \eta}{\frac{2 \pi C_n}{60}}$$

pour Cn = 500 kgm est

$$n = \frac{75 \times 50 \times 0{,}75}{\frac{2 \pi 500}{60}} = 54 \text{ tr/min } (v = 1 \text{ m/s})$$

pour Cmax. = 2700 kgm est

$$n = \frac{75 \times 50 \times 0{,}75}{\frac{2 \cdot \pi \cdot 2700}{60}} \approx 10 \text{ tr/min } (v = 0{,}185 \text{ m/s})$$

— D'une manière correspondante, nous pouvons également calculer les vitesses de rotation et les couples demandés pour une installation de rabotage et un transporteur à bande métallique. Nous trouvons de la sorte les valeurs pratiques telles qu'elles figurent dans le tableau I.

Uit

$$C_n = \frac{75 \cdot N \cdot \eta}{\frac{2 \pi n}{60}}$$

volgt

$$n = \frac{75 \cdot N \cdot \eta}{\frac{2 \pi C_n}{60}}$$

Bij Cn = 500 kgm is

$$n = \frac{75 \times 50 \times 0{,}75}{\frac{2 \pi 500}{60}} = 54 \text{ tr/min } (v = 1 \text{ m/s})$$

Bij Cmax. = 2700 kgm is

$$n = \frac{75 \times 50 \times 0{,}75}{\frac{2 \cdot \pi \cdot 2700}{60}} \approx 10 \text{ tr/min } (v = 0{,}185 \text{ m/s})$$

— Op een overeenkomstige wijze kunnen we ook de gevraagde koppels en toerentallen berekenen voor een schaafinstallatie en een metalen vervoerband. We vinden dan de praktische waarden zoals aangegeven in tabel I.

TABLEAU I — TABEL I

	Installation de convoyeur blindé Panzerinstallatie		Installation de rabotage Schaafinstallatie		Transport à bande métallique Metalen vervoerband	
	C_n	C_{max}	C_n	C_{max}	C_n	C_{max}
Couples exprimés en kgm Koppels in kgm	500	2700	900	3000	400	1900
Vitesse de rotation correspondante exprimée en tr/min Overeenkomstige snelheid in tr/min	54	10	30	9	61	12

42. Description générale d'un groupe d'entraînement hydrostatique.

421. Principe de l'entraînement hydrostatique — Systèmes possibles.

Comme parties principales, on distingue, d'une part, *une pompe volumétrique* commandée par un moteur électrique (groupe motopompe) et, d'autre part, un *moteur hydraulique* (hydromoteur) connecté au groupe motopompe par 3 tuyauteries, notamment 2 conduites principales et une conduite de décharge ou de perte d'huile par manque d'étanchéité des organes. Dans le groupe motopompe existent en plus le système de réglage et d'autres organes accessoires.

42. Algemene beschrijving van een hydraustatische aandrijfkop.

421. Princiep van de hydrostatische aandrijving — Mogelijke systemen.

Als hoofdonderdelen onderscheiden we enerzijds een *volumetrische pomp*, aangedreven door een elektromotor, anderzijds een *hydromotor*, gekoppeld aan de pompgroep met drie leidingen nl. twee hoofdleidingen en één lekolieleiding. Bij de pompgroep horen ook nog het regelsysteem en andere hulporganen.

La pompe refoule le fluide sous forte pression (60 à 250 kg/cm²) par l'intermédiaire de tuyauteries souples vers l'hydromoteur où le fluide comprimé, en se détendant, exerce un effort sur les pistons. Le déplacement linéaire de ceux-ci est converti en mouvement rotatif de l'axe principal du moteur. Le fluide détendu, sortant à l'échappement, s'écoule dans la conduite de retour, soit vers le réservoir d'alimentation, soit vers la pompe ; suivant le cas, on parle donc respectivement d'un système à circuit ouvert ou d'un système à circuit fermé (fig. 4).

De pomp stuurt de vloeistof onder hoge druk (60 tot 250 kg/cm²) door soepele leidingen naar de hydrometer waar een kracht wordt uitgeoefend op de zuigers. De lineaire beweging van de zuigers wordt omgezet in een ronddraaiende beweging van de hoofdas van de motor. De uitgewerkte vloeistof stroomt via de terugloopleiding ofwel naar de vergaarbak ofwel naar de pomp ; men spreekt dan respektievelijk van een systeem met open kringloop en een systeem met gesloten kringloop (fig. 4).

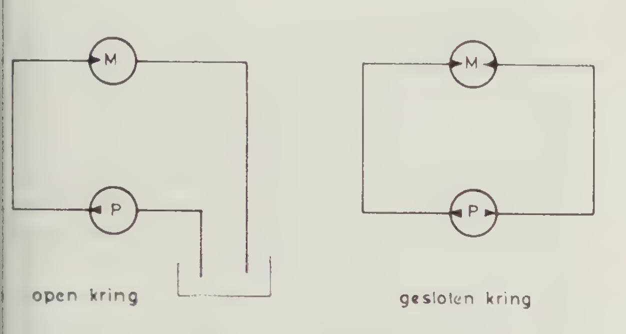


Fig. 4.

Open kring : circuit ouvert - Gesloten kring : circuit fermé

Le réglage de la vitesse de rotation s'obtient en recourant à une pompe à débit variable et à un moteur à capacité constante.

Si nous considérons maintenant de plus près les commandes hydrostatiques, nous y distinguons les systèmes possibles ci-après :

1. *Circuit ouvert avec vitesse constante et sens unique de rotation du moteur.*

Le fluide sous pression est utilisé par le moteur M et retourne via le filtre f dans le réservoir alimentaire R, d'où il est aspiré à nouveau par la pompe P. Lors d'une surcharge de pression, dans la conduite d'alimentation, le fluide est dérivé à travers le régulateur de pression r, vers le réservoir d'alimentation. Dans le circuit ouvert, une des conduites principales se maintient constamment à pression nulle (ou sous pression réduite), circonstance qui permet une réalisation plus facile.

2. *Circuit ouvert avec vitesse constante et deux sens de rotation.*

On peut ici répéter ce qu'on a dit dans le cas précédent, cependant la possibilité d'intervertir les sens de rotation du moteur M exige que soit interconnecté un distributeur à 4 voies, qui permette d'inverser le sens d'écoulement du fluide. Les systèmes à circuit ouvert sont appliqués aux machines dans lesquelles le groupe de commande hydraulique travaille entièrement sous carter clos, par exemple, aux haveuses et abatteuses-chargeuses à tambour Eick-

De regeling van de snelheid wordt bekomen door het gebruik van een pomp met regelbaar debiet en een motor met vaste capaciteit.

Beschouwen we de hydrostatische aandrijvingen van naderbij dan onderscheiden we volgende mogelijke systemen :

1. *Open kringloop met constante snelheid en één draairichting van de motor.*

De vloeistof onder druk wordt door de motor M verwerkt en loopt via de filter f terug in de vergaarbak R waaruit ze door de pomp P weer wordt aangezogen.

Bij overdruk in de voedingsleiding wordt via de drukregelaar r vloeistof afgevoerd naar de vergaarbak. Bij de open krngloop blijft één hoofdleiding steeds drukloos (of kleine druk) zodat ze lichter kan uitgevoerd worden.

2. *Open kringloop met constante snelheid en twee draairichtingen van de motor.*

Hierbij kan hetzelfde gezegd worden als vorig geval doch de veranderlijke draaizin van de motor M vereist de tussenschakeling van een vierwegverdeler om de vloeistofstroming om te keren. De systemen met open kringloop worden toegepast in machines waarbij de hydraulische aandrijfgroep volledig werkt onder gesloten carter vb : bij de ondersnij-

hoff (SE 3 en SE 4) et aux haveuses Anderson Boyes (AB 16).

Remarque : Lors du recours à une pompe à débit variable, nous obtenons un système à circuit ouvert et à vitesse réglable du moteur, respectivement à un sens unique de rotation et à 2 sens de rotation.

3. *Circuit fermé à vitesse variable et à un sens unique de rotation du moteur (fig. 7) ou à 2 sens de rotation du moteur (fig. 8).*

Le fluide à l'échappement s'écoule, à pression réduite, à travers la conduite de retour, directement vers la pompe qui, elle, le refoule sous haute pression vers le moteur. En utilisant une pompe réversible P, le sens de rotation de l'hydromoteur peut être inversé (fig. 8). Lors d'une surcharge de pression dans la conduite d'alimentation, une certaine quantité de fluide est dérivée via le régulateur de pression r correspondant et rejetée dans la conduite de retour. Compte tenu de la difficulté de dissiper les calories engendrées, il existe une vanne de « by-pass » b, qui fonctionne continuellement pour soutirer une partie du fluide hors de la colonne à basse pression. Afin de compenser le déficit en fluide dû aux pertes et fuites d'étanchéité, et également afin de purifier régulièrement le fluide du circuit fermé, on doit d'une manière continue, au moyen d'une pompe alimentaire P_p, au-travers des clapets de non-retour t_v, assurer un débit d'appoint côté basse pression du circuit principal et ce, sous une pression de 10 à 15 kg/cm². En règle générale, on ne filtre

machines en trommelsnijmachines van Eickhoff (SE 3 en SE 4) en van Anderson Boyes (AB 16).

Opmerking : Bij gebruik van een pomp met regelbar debiet bekomen we het systeem met open kringloop en regelbare snelheid van de motor met één draairichting respektievelijk twee draairichtingen.

3. *Gesloten kringloop met regelbare snelheid en een draairichting van de motor (fig. 7) of twee draairichtingen van de motor* (fig. 8).

De afgewerkte vloeistof stroomt onder geringe druk via de terugkeerleiding rechtstreeks naar de pomp die ze onder hoge druk terugstuurt naar de motor. Bij gebruik van een omkeerbare pomp P kan de draaizin van de hydromotor veranderd worden (fig. 8). Bij overdruk in de voedingsleiding wordt via de overeenkomstige drukregelaar r, vloeistof afgetapt en in de terugkeerleiding gevoed. Aangezien het moeilijk is de warmte af te voeren wordt langs een bijpass-ventiel b continu een gedeelte vloeistof uit de lage drukleiding afgetapt. Om dit tekort evenals de lekverliezen aan te vullen en alzo de vloeistof in kringloop regelmatig te verversen moet door een voedingspomp P_v, langs terugslagkleppen t_v, voortdurend een bepaald debiet in de lagedrukzijde van de hoofdkring bijgevoed worden onder een druk van 10 à 15 kg/cm²). In het alge-

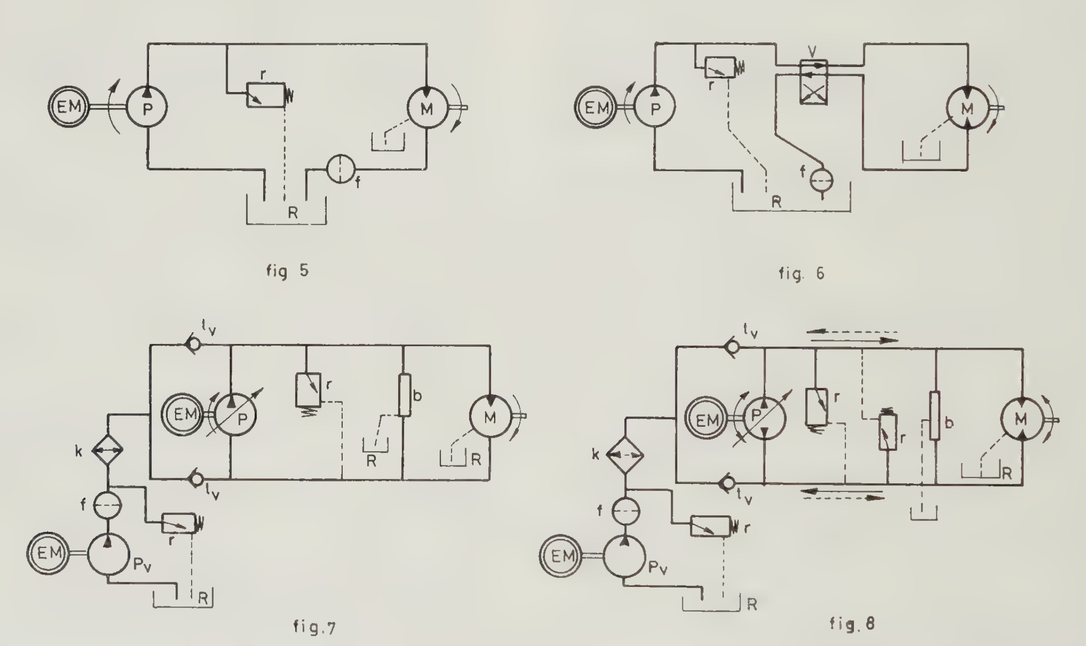


Fig. 5-6-7-8.

P : pomp : pompe - M : hydromotor : moteur hydraulique - EM : elektromotor : moteur électrique - R : réservoir - r : drukregelaar : régulateur de pression - f : filter : filtre - k : koeler : réfrigérant - V : vierwegschuifverdeler : distributeur coulissant à 4 voies - Pv : voedingspomp : pompe alimentaire - b : by-pass ventiel : vanne « by-pass » - tv : terugslagventiel : soupape de retenue (à contre coup)

n f) que le fluide d'alimentation et on le refroidit ns un radiateur K afin de maintenir la température de régime à 50/60° C.

C'est selon ce principe que fonctionne le groupe commande hydrostatique de l'abatteuse-chargeuse à tambour Eickhoff EW 130 L. Dans cette ichine on a prévu, en outre, un système de réglage tomatique qui travaille selon le système de réglage xte, électrique et hydraulique, appelé « Eicoatik ».

meen wordt alleen de voedingsvloeistof gefilterd (f) en gekoeld in een radiator k om de werkingstemperatuur bij 50 à 60 °C te houden.

Volgens dit princiep werkt de hydrostatische aandrijfgroep van de trommelsnijmachine Eickhoff EW 130 L. Bij deze machine is ook nog een automatisch werkend elektrisch en hydraulisch regelsysteem, genaamd « Eicomatik », voorzien.

2. Calcul du couple et de la puissance — Discussion.

Considérons un groupe de commande hydrostaque à circuit fermé (fig. 9).

Soient N : la puissance normale du groupe de mmande hydrostatique.

Q_p : le débit de fluide fourni par la pompe P, en res/min.

Q_m : le débit de fluide fourni au moteur M, en res/min.

p_p : la différence entre les pressions du fluide à ntrée et à la sortie de la pompe, en kg/cm².

p_m : la différence entre les pressions du fluide à ntrée et à la sortie du moteur, en kg/cm².

V_p : la cylindrée effective de la pompe : en litres r cycle.

V_m : la cylindrée effective du moteur : en litres r cycle.

n_p : la vitesse de rotation de la pompe, en tr/min.

n_m : la vitesse de rotation du moteur, en tr/min.

422. Berekening van koppel en vermogen — bespreking.

We beschouwen een hydrostatische aandrijfgroep met gesloten kringloop (fig. 9).

Zij N : het vermogen van de hydrostatische aandrijfgroep.

Q_p : het vloeistofvolume in liter/min gegeven door de pomp P.

Q_m : het vloeistofvolume in liter/min gegeven door de motor M.

p_p : het drukverschil tussen ingang en uitgang van de pomp in kg/cm².

p_m : het drukverschil tussen ingang en uitgang vand e motor in kg/cm².

V_p : de nuttige cilinderinhoud van de pomp (liter/omw.).

V_m : de nuttige cilinderinhoud van de motor (liter/omw.).

n_p : de draaisnelheid in tr/min van de pomp.

n_m : de draaisnelheid in tr/min van de motor.

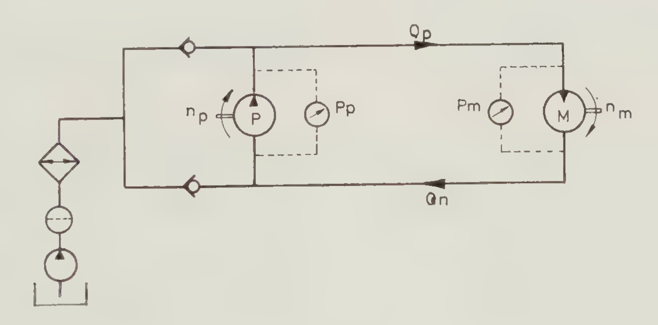


Fig. 9.

S'il n'y avait aucune perte ou fuite, Q_p serait égal Q_m

$$V_p \cdot n_p = V_m \cdot n_m$$

$$\frac{n_p}{n_m} = \frac{V_m}{V_p} \qquad (1)$$

En général, la puissance du groupe hydraulique, l'absence de pertes, est

$$N = Q \cdot p = V \cdot p \cdot n \qquad (2)$$

Zonder verliezen zou $Q_p = Q_m$

$$V_p \cdot n_p = V_m \cdot n_m$$

of

$$\frac{n_p}{n_m} = \frac{V_m}{V_p} \qquad (1)$$

Algemeen bedraagt het vermogen van de hydraulische groep zonder verliezen :

$$N = Q \cdot p = V \cdot p \cdot n \qquad (2)$$

ce qui correspond à la puissance mécanique

$$N = Md . \omega = Md . 2 . \pi . n$$

de sorte que

$$Md = \frac{Q . p}{2 \pi n} = \frac{V . p}{2 \pi} \qquad (3)$$

Ces expressions sont valables aussi bien pour la pompe (où l'énergie mécanique est convertie en énergie hydraulique), que pour le moteur hydraulique (où l'inverse se produit), donc :

$$M_{d\ pompe} = \frac{V_p . p_p}{2 \pi}$$

$$M_{d\ moteur} = \frac{V_m . p_m}{2 \pi}$$

En l'absence de pertes $p_p = p_m$, on peut écrire

$$\frac{M_{d\ pompe}}{M_{d\ moteur}} = \frac{V_p}{V_m} \qquad (4)$$

De (1) et (4) on tire

$$\frac{M_{d\ pompe}}{M_{d\ moteur}} = \frac{n_m}{n_p} = \frac{V_p}{V_m}$$

De l'examen des différentes expressions, on peut conclure que :

1. Les courbes de puissance = constante, dans le plan, en coordonnées orthogonales, où l'on porte les débits Q_n en abscisses et les pressions p en ordonnées, sont des hyperboles équilatères (fig. 10).
2. Les couples de la pompe et du moteur varient proportionnellement à la cylindrée et en proportion inverse par rapport à la vitesse exprimée en tr/min.
3. Le couple moteur est proportionnel au volume absorbé et à la pression effective du fluide.

wat overeenstemt met het mechanisch vermogen

$$N = Md . \omega = Md . 2 . \pi . n \text{ zodat}$$

$$Md = \frac{Q . p}{2 \pi n} = \frac{V . p}{2 \pi} \qquad (3)$$

Deze betrekkingen gelden zowel voor de pomp waar mechanische energie wordt omgezet in hydraulische energie, als voor de hydro-motor waar het omgekeerde gebeurt, dus :

$$M_{d\ pomp} = \frac{V_p . p_p}{2 \pi}$$

$$M_{d\ motor} = \frac{V_m . p_m}{2 \pi}$$

Zonder verliezen is $p_p = p_m$, zodat we kunnen schrijven

$$\frac{M_{d\ pomp}}{M_{d\ motor}} = \frac{V_p}{V_m} \qquad (4)$$

(1) en (4) samen geven dat

$$\frac{M_{d\ pomp}}{M_{d\ motor}} = \frac{n_m}{n_p} = \frac{V_p}{V_m}$$

Uit de verschillende betrekkingen kunnen we besluiten :

1. De kurven van constant vermogen zijn hyperbolen op een druk — debiet diagram (fig. 10).
2. De koppels van pomp en motor verhouden zich rechtstreeks evenredig met hun volume en omgekeerd evenredig met hun toerentallen.
3. Het motorkoppel is rechtstreeks evenredig met het opgeslorpt volume en de nuttige vloeistofdruk.

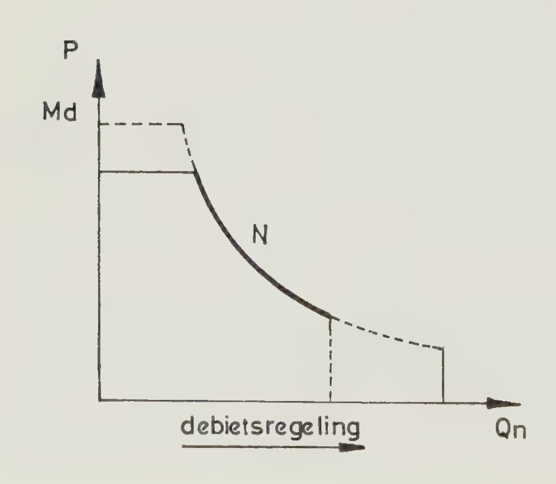


Fig. 10.

Debietregeling : réglage de débit.

Le maximum de pression du fluide admissible pose cependant certains problèmes techniques ; il il doit être limité pour les raisons suivantes :

— Les roulements, tant du moteur que de la pompe, doivent présenter une résistance mécanique suffisante sous des pressions élevées du fluide. D'après les essais, la durée de vie d'un roulement à billes décroît grosso modo selon le carré de la vitesse de rotation et selon la 3ème puissance de l'augmentation de pression. Vu que le couple varie en raison directe de la pression du fluide, un hydromoteur ne peut développer simultanément, et d'une manière continue, sa vitesse maximale et son couple maximal.

— Les tuyauteries souples et leurs raccords doivent présenter une résistance de longue durée à pareille pression variable et élevée. Suivant les normes en vigueur, la pression d'éclatement doit être supérieure à 2,5 fois la pression normale de service.

— Les fluides hydrauliques doivent offrir une constitution et une composition stables aux hautes pressions et à la température de régime d'environ 60 °C. Dans ces conditions, la pression maximale admise pour l'huile minérale s'élève à 400 kg/cm².

En réalité, diverses pertes interviennent et les calculs doivent tenir compte des rendements ci-après :

η_h : rendement hydromécanique = 0,95.
η_v : rendement volumétrique = 0,90.
η_t : rendement total = 0,80.

Soit Q_m le volume de fluide consommé en litres/min par le moteur, et p_m la différence des pressions du fluide à l'entrée et à la sortie du moteur (en kg/cm²). En conséquence :

$$N_m = Q_m \cdot p_m \cdot \eta_h \cdot 10 \text{ kgm/min}$$

$$N_m = \frac{Q_m \cdot p_m \cdot \eta_h \cdot 10}{60 \times 75} \text{ en ch}$$

$$= \frac{Q_m \cdot p_m \cdot \eta_h \cdot 10}{60 \times 75 \times 1{,}36} \text{ en kW}$$

$$N_m = \frac{Q_m \cdot p_m \cdot \eta_h}{612} \text{ kW} \qquad (5)$$

$$M_{d\ moteur} = \frac{N_m}{2 \cdot \pi \cdot n_m} = \frac{Q_m \cdot p_m \cdot \eta_h \cdot 10}{2 \cdot \pi \cdot n_m}$$

$$= \frac{V_m \cdot n_m \cdot p_m \cdot \eta_h \cdot 10}{2 \cdot \pi \cdot n_m} = \frac{10}{6{,}28} V_m \cdot p_m \cdot \eta_h$$

$$M_{d\ moteur} = 1{,}59\ V_m \cdot p_m \cdot \eta_h \text{ kgm} \qquad (6)$$

A l'aide des formules (5) et (6), nous pouvons également délimiter le champ d'application d'un

De maximum toelaatbare vloeistofdruk stelt echter technische problemen en moet o.a. om volgende redenen beperkt blijven :

— De lagers in de pomp en de motor moeten voldoende weerstand bieden aan deze hoge vloeistofdrukken. Volgens de uitgevoerde proeven verkleint de levensduur van een kogellager ongeveer met het kwadraat van zijn draaisnelheid, doch met de 3de macht van de drukverhoging. Gezien het koppel recht evenredig is met de vloeistofdruk mag een hydromotor niet continu zijn maximum snelheid en maximumkoppel tegelijk ontwikkelen.

— De slangen en hun aansluitingen moeten langdurig weerstand bieden aan deze hoge en veranderlijke druk. Volgens de normalisatie moet de barstdruk groter zijn dan 2,5 maal de nominale druk.

— De hydraulische vloeistoffen moeten stabiel blijven bij de hoge drukken en de werkingstemperatuur van ongeveer 60 °C. Zo bedraagt de maximum druk voor minerale olie 400 kg/cm².

In werkelijkheid treden er verschillende verliezen op en moeten we rekening houden met volgende rendementen.

η_h : het hydromechanisch rendement = 0.95.
η_v : het volumetrisch rendement = 0,90.
η_t : het totaal rendement = 0,80.

Zij Q_m het vloeistofvolume in liter/min verwerkt door de motor en p_m het drukverschil in kg/cm² tussen ingang en uitgang van de motor.

Bijgevolg is :

$$N_m = Q_m \cdot p_m \cdot \eta_h \cdot 10 \text{ kgm/min.}$$

$$N_m = \frac{Q_m \cdot p_m \cdot \eta_h \cdot 10}{60 \times 75} \text{ pk}$$

$$= \frac{Q_m \cdot p_m \cdot \eta_h \cdot 10}{60 \times 75 \times 1{,}36} \text{ kW}$$

$$N_m = \frac{Q_m \cdot p_m \cdot \eta_h}{612} \text{ kW} \qquad (5)$$

$$M_{d\ motor} = \frac{N_m}{2 \cdot \pi \cdot n_m} = \frac{Q_m \cdot p_m \cdot \eta_h \cdot 10}{2 \cdot \pi \cdot n_m}$$

$$= \frac{V_m \cdot n_m \cdot p_m \cdot \eta_h \cdot 10}{2 \cdot \pi \cdot n_m} = \frac{10}{6{,}28} V_m \cdot p_m \cdot \eta_h$$

$$M_{d\ motor} = 1{,}59\ V_m \cdot p_m \cdot \eta_h \text{ kgm} \qquad (6)$$

Met de bekomen betrekkingen (5) en (6) kunnen we ook het toepassingsveld van een hydromotor

hydromoteur si l'on en connaît les caractéristiques d'utilisation, c'est-à-dire la cylindrée, la vitesse maximale de rotation, la pression de régime et la pression de pointe (maximale).

Exemple.

Un moteur hydraulique Staffa Mark 5, à 7 cylindres, cylindrée : 4,32 litres/cycle, $n_{max} = 75$ tr/min, pression de service : 175 kg/cm², pression de pointe : 225 kg/cm².

M_d en régime :

$$= 1{,}59 \times 4{,}32 \times 175 \times 0{,}95 = 1143 \text{ kgm}$$

$$M_d \max = 1{,}59 \times 4{,}32 \times 225 \times 0{,}95 = 1472 \text{ kgm}$$

N en régime :

$$= \frac{4{,}32 \times 75 \times 175 \times 0{,}95}{612} = 88 \text{ kW} = 119 \text{ ch}$$

N_{max} :

$$= \frac{4{,}32 \times 75 \times 225 \times 0{,}95}{612} = 113 \text{ kW} = 154 \text{ ch}$$

bepalen, indien zijn karakteristieken gekend zijn d.w.z. de cilinderinhoud, de maximum draaisnelheid evenals de regimedruk en de spitsdruk.

Voorbeeld :

Een Staffa-hydromotor Mark 5 met 7 cilinders, een cilinderinhoud van 4,32 liter/omw., $n_{max} = 75$ tr/min, regimedruk 175 kg/cm², spitsdruk 225 kg/cm².

M_d in regime :

$$= 1{,}59 \times 4{,}32 \times 175 \times 0{,}95 = 1143 \text{ kgm}$$

$$M_d \max = 1{,}59 \times 4{,}32 \times 225 \times 0{,}95 = 1472 \text{ kgm}$$

N in regime :

$$= \frac{4{,}32 \times 75 \times 175 \times 0{,}95}{612} = 88 \text{ kW} = 119 \text{ pk}$$

N_{max} :

$$= \frac{4{,}32 \times 75 \times 225 \times 0{,}95}{612} = 113 \text{ kW} = 154 \text{ pk}$$

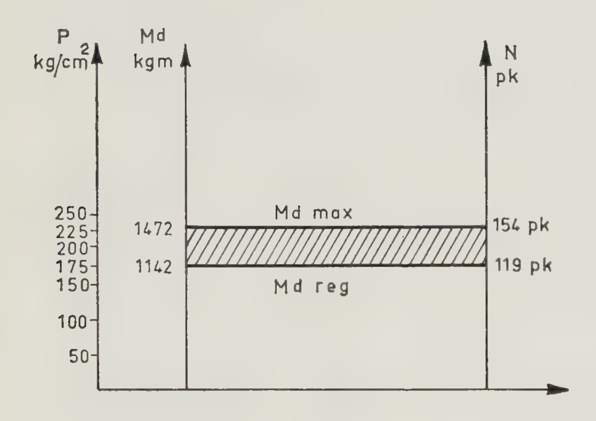


Fig. 11.

Lorsque le couple résistant de la machine conduite se modifie, la pression du fluide s'y adapte automatiquement sans modification de la vitesse. La charge du moteur électrique qui entraîne la pompe augmente, mais du fait que sa vitesse reste constante, le débit de la pompe, de même que la vitesse du moteur hydraulique, reste pratiquement invariable.

Si le couple résistant devient trop élevé, un clapet de sécurité (soupape à maxima de pression) intervient dans le circuit hydraulique pour réduire la pression et, par là, également la charge du moteur.

Si le couple résistant devient négatif (freinage), la pression à l'échappement du moteur devient supérieure à celle à l'admission : le moteur hydraulique fonctionne alors comme pompe, la pompe travaille elle comme moteur et va entraîner le moteur élec-

Waneer het koppel van de aangedreven machine gewijzigd wordt, past de druk zich aan zonder wijziging van de snelheid : de elektromotor die de pomp aandrijft wordt meer belast doch doordat zijn snelheid constant blijft zal het debiet van de pomp en dus ook de snelheid van de hydromotor praktisch onveranderd blijven.

Indien het koppel te groot wordt, volstaat een veiligheidsklep (overdrukklep) in de hydraulische kringloop om de druk en dus ook de motorbelasting te beperken.

Indien het koppel negatief wordt, (remming) dan wordt de druk aan de motoruitlaat groter dan aan de inlaat : de hydromotor werkt als pomp, de pomp werkt als motor en zal de elektromotor boven zijn

trique à une vitesse de rotation supérieure à celle du synchronisme, de sorte que de l'énergie est refoulée dans le réseau.

Si l'on utilise une pompe à volume de refoulement réglable, le moteur est alors alimenté à débit variable et la vitesse résultante varie d'une manière correspondante. Il est donc ainsi possible d'approprier la vitesse de la machine conduite, sans perte d'énergie, indépendamment de la charge et conformément aux besoins de l'entraînement. On peut aussi comparer un groupe de commande hydrostatique — comportant un moteur asynchrone, une pompe hydraulique à débit variable et un hydromoteur à vitesse variable — à un groupe Ward-Leonard comprenant lui un moteur asynchrone, une génératrice de courant continu à tension variable et un moteur à courant continu à vitesse variable (tableau II).

synchrone snelheid aandrijven zodat energie teruggestuurd wordt in het net.

Gebruikt men een pomp met regelbaar slagvolume dan krijgt de motor een gewijzigd debiet en wordt zijn snelheid in verhouding gewijzigd. De snelheid van de aangedreven machine kan dus gemakkelijk en zonder energieverlies, onafhankelijk van de belasting, aan de noden van het bedrijf worden aangepast. Een hydrostatische aandrijfgroep bestaande uit een asynchrone motor, een hydraulische pomp met regelbaar debiet en een hydromotor met regelbare snelheid, kan men vergelijken met de elektrische Ward-Leonard groep met een asynchrone motor, een gelijkstroomgenerator met regelbare spanning en een gelijkstroommotor met veranderlijke snelheid (zie tabel II).

TABLEAU II — TABEL II.

Grandeurs mécaniques Mechanisch	Groupe hydrostatique Hydrostatische groep	Groupe électrique Ward-Leonard Elektrische Ward-Leonard-groep
Couple C (kgm) Koppel C (kgm)	Pression p (kg/cm²) Druk p (kg/cm²)	Intensité du courant I (en amp.) Stroomsterkte I(A)
Vitesse n (tr/min) Snelheid n (tr/min)	Débit Q_m (litre/min) Debiet Q_m (liter/min)	Tension U (en volt) Spanning U (V)
Puissance $N_m = C . n$ (en CV) Vermogen $N_m = C . n$ (pk)	Puissance $N_h = P . Q$ (en CV) Vermogen $N_h = P . Q$ (pk)	Puissance $N_e = U . I$ (en kW) Vermogen $N_e = U . I$ (kW)
Réglage de la vitesse Snelheidsregeling	Réglage du débit Debietsregeling	Réglage de l'excitation Bekrachtigingsregeling
Glissement s Slip s	Pertes volumétriques Volumetrische verliezen	Perte ohmique R . I Ohme verliezen R . I
Freinage de récupération Recuperatieremming	Inversion du signe de la pression Drukomkering	Travail de la génératrice Generatorwerking

423. Avantages de l'entraînement hydrostatique.

1. Commande souple, graduelle et progressive, possibilité de régler la vitesse d'une manière continue depuis o jusqu'à la valeur maximale de celle-ci.
2. L'inversion du sens de rotation peut être réalisée d'une manière simple.
3. Dimensions réduites du moteur hydraulique, si on les compare à celles d'un moteur à air comprimé ou d'un moteur électrique de même puissance. Avec un hydromoteur, il est possible de

423. Voordelen van de hydrostatische aandrijving.

Algemeen kunnen we volgende voordelen vernoemen :

1. Een geleidelijke en soepele aandrijving en regelbaarheid van de snelheid van nul tot maximum.
2. De draaizinomkering kan op eenvoudige wijze verwezenlijkt worden.
3. De geringe afmetingen van een hydromotor vergeleken met een perslucht- of elektromotor van

développer de grandes puissances nominales sous un encombrement réduit pour des pressions de 150 à 225 kg/cm^2.

4. La pression du fluide, qui est appropriée au couple à fournir, peut être réduite, par exemple par une soupape à maxima de pression (protection contre les surpressions).
5. Couple élevé au démarrage et qui peut être maintenu pendant un certain temps ; adaptation automatique du couple moteur aux variations du couple résistant.
6. La puissance à installer pour les machines à démarrer en charge est moins élevée ; le moteur électrique d'entraînement de la pompe peut démarrer à vide (à charge nulle) et ne doit être démarré qu'une seule fois au début du poste, et conséquemment, sa puissance nominale effective peut être réduite.
7. Réduction importante des forces dynamiques en jeu, avec comme conséquence : une marche plus régulière et moins fatigante pour la machine, une diminution de la fréquence des pannes et une plus grande sécurité de marche.
8. Avec les moteurs hydrauliques à tout régime de rotation, il n'est généralement pas nécessaire d'intercaler de réducteur entre l'arbre conducteur et l'arbre conduit ; si on en intercale un, la boîte à une seule vitesse suffit habituellement ; toutes ces circonstances qui dans l'ensemble permettent une réduction notable de l'encombrement constituent un avantage qui n'est pas à sous-estimer, surtout dans les machines destinées au fond.

424. Pompes.

La figure 12 donne un aperçu général des types existants de pompes hydrauliques disponibles.

On formule en outre les remarques suivantes :

1. *Pompes à engrenages droits.*

La pompe à rotor à dents d'engrenage extérieurs (1.1) est utilisée au fond comme pompe alimentaire à grand débit, mais sous faible pression.

2. *Pompes à palettes.*

Avec de telles pompes, on peut faire varier le débit en modifiant l'excentricité du rotor par rapport au stator. Ces pompes sont conçues pour une pression qui peut atteindre 40 kg/cm^2 ; elles sont, par exemple, utilisées dans les haveuses Eickhoff SE 3. Les pompes à palettes, à double effet, possédant 2 chambres actives permettent d'atteindre des pressions et débits plus élevés.

3. *Pompes à pistons axiaux.*

Ces pompes sont utilisées, le plus souvent, comme pompes principales dans les commandes hydrosta-

zelfde vermogen. In een hydromotor is het mogelijk grote vermogens te ontwikkelen onder een klein volume bij drukken van 150 à 225 kg/cm^2.

4. De vloeistofdruk die evenredig is met het koppel, kan begrensd worden, bv. door een overdrukventiel.
5. Groot aanloopkoppel dat een zekere tijd kan aangehouden worden ; zelfstandige anpassing van het koppel aan de wisselende belastingen.
6. Het te installeren vermogen bij machines met veelvuldig starten is kleiner : de aandrijvende elektromotor van de pomp kan onder nullast aanlopen en moet slechts éénmaal per werkpost gestart worden zodat hij kan bepaald worden volgens het werkelijk vermogen.
7. Belangrijke vermindering van de dynamische krachten met als gevolg : een rustiger gang van de machine, een vermindering van de defekten en een grotere veiligheid.
8. Bij langzaamdraaiende hydromotoren dient men slechts een ééntrapstandwielkast of zelfs geen tandwielkast tussen te bouwen, ook de hydraulische koppeling valt weg, wat globaal een belangrijke plaatswinst oplevert. Dit voordeel is vooral bij ondergrondse machines niet te onderschatten.

424. Pompen.

Fig. 12. geeft een algemeen overzicht van de bestaande types van hydraulische pompen.

We maken hierbij de volgende opmerkingen :

1. *De tandwielpompen.*

De pomp met uitwendig vertande rotoren (1.1) wordt ondergronds gebruikt als voedingspomp met groot debiet op lage druk.

2. *De vleugelcellenradpompen.*

Met deze pompen kan men het debiet wijzigen door een excentriciteitsverstelling van rotor t.o.v. het huis. De pompen zijn geschikt tot een druk van 40 kg/cm^2 en worden bv. toegepast in de ondergrondse snijmachine van de firma Eickhoff (SE 3). De dubbelwerkende cellenpompen met twee werkkamers kunnen grotere debieten en drukken leveren.

3. *De axiaalzuigerpompen.*

Deze pompen worden meest gebruikt als hoofdpomp bij de hydrostatische aandrijvingen met regel-

Modèle	Type	Fonctionnement		N°		Uitvoering		Type	Soort
Pompes à rotor	1 pompes à engrenage	indentations externes		1,1		uitwendige vertanding		1 tandwiel pompen	Pompen met draaiende verplaatsingselementen
		indentations internes		1,2		inwendige vertanding			
		indentations spiralées		1,3		spiraal vertanding			
	2 pompes à palettes	palettes tournantes	travaillant séparément	2,1		enkelwerkend	draaiende vleugels	2 vleugel pompen	
			travaillant par paires	2,2		dubbelwerkend			
		palettes fixes		2,3		vaste vleugels			
Pompes à mouvements alternés	3 pompes à pistons axiaux	pompe à plateau oblique		3,1		pomp met schuine schijf		3 axiaal zuigerpompen	Pompen met heen- en weergaande zuigerbeweging
		pompe à plateau oscillant		3,2		pomp met verstelbare schijf			
		pompe à carter mobile		3,3		pomp met verstelbare cilinderhuis			
	4 p. à pistons radiaux	pres. hydr. interne pres. hydr. externe		4,1 4,2		inw. hydr. drukking uitw. hydr. drukking		4 radiaal zuigerpompen	
	5 p. à pistons en ligne							5 p. met zuigers in lijn	

Fig. 12.

Pompes hydrauliques : types et exécution.

Hydraulische pompen : types en uitvoeringen.

tiques à vitesse réglable, du fait qu'elles peuvent couramment réaliser des pressions de fluide atteignant 175 kg/cm² et même plus. Elles comportent un bloc-cylindres, à 5, 7 ou 9 cylindres alésés, répartis uniformément sur une circonférence, les axes de chacun de ces cylindres étant parallèles à l'axe du bloc-cylindres. Les pistons allongés, par rapport à leur diamètre, possédent des tiges de piston à tête sphérique. Chacune de ces rotules sphériques s'appuie sur la face d'un disque cylindrique plat dont l'axe géométrique fait un angle (qui va jusqu'à 25°) avec l'axe du bloc-cylindres.

Lorsque le bloc-cylindres et le disque tournent en synchronisme, les pistons subissent un mouvement alternatif de va-et-vient.

A sa face arrière (c'est-à-dire opposée à celle du disque), le bloc-cylindres est en contact avec le disque distributeur ; ce dernier est muni d'ouvertures disposées de telle manière que les cylindres individuels sont mis en communication successivement et alternativement avec l'admission et l'échappement du fluide hydraulique.

Les différentes constructions de pompes à piston axiaux diffèrent entre elles par :

a) leur *mode d'entraînement :* celui-ci peut s'opérer, soit à partir du disque, soit à partir de bloc-cylindres ;
b) *l'élément sur lequel on agit* pour obtenir l'angle désiré entre l'axe du bloc-cylindres et l'axe du disque ;

bare snelheid omdat drukken tot 175 kg/cm² en zelfs meer doorlopend kunnen bereikt worden. Deze pompen hebben een cilinderhuis met 5,7 of 9 boringen, cirkelvormig verdeeld en evenwijdig gericht met de as van het cilinderhuis. De lange dunne zuigers hebben zuigerstangen met bolvormige koppen die gelagerd zijn in een schijf waarvan het vlak schuin staat (tot 25°) t.o.v. de as van het cilinderhuis.

Wanner het huis en de schijf synchroon draaien ondergaan de zuigers dus een heen- en weergaande beweging.

Aan de achterkant steunt het cilinderhuis tegen de verdeelschijf die voorzien is van openingen, zodat de boringen afwisselend met de inlaat en uitlaat in verbinding komen.

De verschillende constructies van axiaalzuigerpompen onderscheiden zich door :

a) *hun aandrijving :* deze kan langs de schijf ofwel langs het cilinderhuis geschieden ;

b) *het element dat gezwenkt wordt* om tussen beiden de nodige hoek te bekomen d.w.z. cilinderhuis of schijf ;

c) *het verdeelsysteem* nl. verdeelschijf of kleppen ;

c) *le système de distribution*, c'est-à-dire disque ou soupapes ;

d) la manière selon laquelle les forces axiales entre disque et bloc-cylindres sont compensées.

Le modèle de pompe à disque oblique et bloc-cylindres commandé (fig. 12 - 3.2) et celui à bloc-cylindres oblique et disque commandé (fig. 12 - 3.3) sont surtout construits et conviennent spécialement pour le groupe d'entraînement hydrostatique destiné au fond. Dans le type de pompe cité en premier lieu, on peut faire varier le débit et le sens de rotation en modifiant l'angle d'obliquité du disque par rapport au bloc-cylindres, tandis que pour le deuxième type, cette opération s'effectue en modifiant l'inclinaison de l'axe du bloc-cylindres sur celui du disque. Les pompes de ces deux type possèdent un bon rendement et peuvent fonctionner, soit comme pompe, soit comme moteur.

Les pompes du premier type sont construites notamment par les firmes allemandes A. Beien et P. Pleiger, tandis que celles du deuxième type le sont par Brüninghaus, Mannesmann-Meer (système du prof. Thoma) et autres.

d) de wijze waarop de axiale krachten tussen schijf en cilinderhuis opgevangen worden.

Vooral de pomp met schuine schijf en aangedreven cilinderhuis (de fig. 12 - 3.2) en de pomp met schuin cilinderhuis en aangedreven schijf (fig. 12 - 3.3) zijn zeer geschikt voor de hydrostatische aandrijfgroep in de ondergrond. Bij eerstgenoemde soort pomp kunnen het debiet en de draaizin gewijzigd worden door de schuinstelling van de schijf t.o.v. het cilinderhuis te wijzigen terwijl dit bij de tweede soort gebeurt door de schuinstelling van het cilinderhuis t.o.v. de schijf te wijzigen. Beide soorten pompen hebben een goed rendement en kunnen als pomp en als motor werken.

Pompen van de eerste soort worden o.a. gebouwd door de machine-fabrieken A. Beien en P. Pleiger in Duitsland ; pompen van de tweede soort worden gebouwd door Brüninghaus, Mannesmann-Meer (systeem van prof. Thoma) en andere.

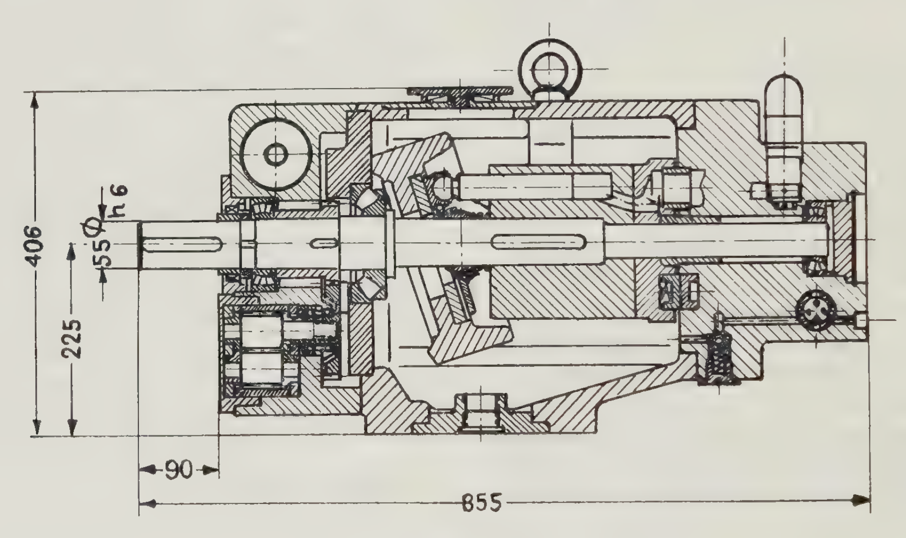


Fig. 13.
Pompes à pistons axiaux.
Axiaalzuigerpomp.

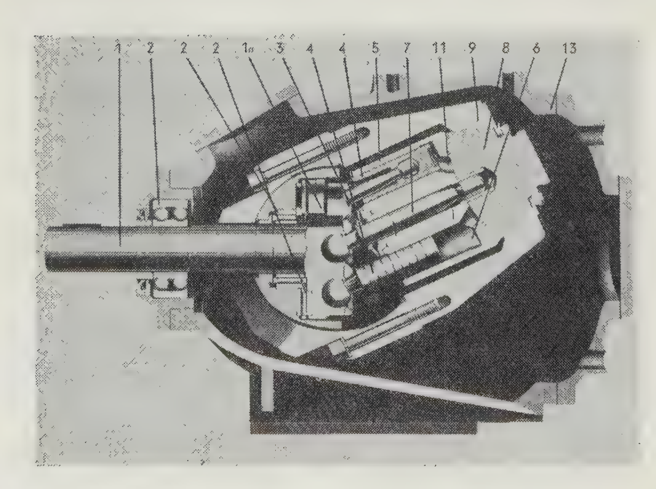


Fig. 14.

La figure 13 reproduit une coupe en plan de la pompe à pistons axiaux Beien type AP 245 (premier type). La figure 14 donne la photographie d'une section longitudinale de la pompe à pistons axiaux Mannesmann-Meer type HAP (deuxième type).

Le tableau III fournit les principales caractéristiques propres à quelques modèles connus de telles pompes.

Fig. 13 stelt een getekende doorsnede voor van de axiaalzuigerpomp Beien type AP 245 1ste soort). Fig. 14 stelt een gefotografeerde doorsnede voor van de axiaalzuigerpomp Mannesmann-Meer type HAP (2de soort).

De tabel III geeft enkele types van axiaalzuigerpompen met hun voornaamste karakteristieken :

TABLEAU III. — TABEL III.

Quelques types de pompes à pistons axiaux avec leurs caractéristiques.
Enkele types axiaalzuigerpompen met karakteristieken.

Type de pompe Pomptype	Vitesse maximale de rotation en tr/min Maximum draaisnelheid tr/min	Débit maximal en litres/min Maximum debiet l/min	Pression en kg/cm² Druk in kg/cm²		Remarques Opmerkingen
			Pression de régime Regimedruk	Pression de pointe Spitsdruk	
Lucas IP 3000	1500	340	175	245	
Beienmatic AP236	1600	390	175	220	
Beienmatic AP245	1500	360	175	250	Huile minérale
Brünninghaus 732BZ	1500	340	150	400	
Brünninghaus 740BZ	1000 (1500)	480 (720)	150	400	Minerale olie
Brünninghaus 750BZ	1000	900	150	400	
Mannesmann-Meer HAP 40	1500	700	150	200	» »
Pleiger AR3	1500	200	150	220	
Pleiger AK4	1500	135	150	250	» »
Pleiger RHO	1500	20	250	350	
Denison 60 →	1000	345	175	245	
→	1500	536	175	245	

4. *Pompes à pistons radiaux.*

Ces pompes peuvent également fonctionner comme moteurs et sont construites en deux modèles :

a) le fluide agit sur la face du piston, côté intérieur de l'ensemble ; le réglage du débit et l'inversion du sens de rotation s'obtiennent en modifiant l'excentricité du rotor de pompe ;
b) le fluide agit sur la face du piston, côté extérieur de l'ensemble ; les pistons sont alors entraînés par un excentrique mobile qui règle la distribution et le sens d'écoulement du fluide.

Les pompes à pistons radiaux possèdent un bon rendement volumétrique ; elles fournissent, en continu, des pressions de 150 kg/cm² et même davantage dans des cas spéciaux. Les blocs de pompes sont plus courts, mais par contre, présentent un plus grand diamètre que ceux des pompes à pistons axiaux. Cette circonstance rend parfois leur utilisation difficile au fond.

4. *De radiaalzuigerpompen.*

Deze pompen kunnen eveneens werken als motor en worden gebouwd in twee uitvoeringen.

a) waarbij de vloeistof binnenkant op de zuigers drukt : de regeling van het debiet en de omkering van de draaizin wordt dan bekomen door de excentriciteit van het pomplichaam te wijzigen ;
b) waarbij de vloeistof buitenkant op de zuigers drukt : de zuigers worden dan aangedreven door een as met beweegbare excentriek die de verdeling en de omkering van de vloeistof regelt.

De radiaalzuigerpompen hebben een goed volumetrisch rendement, ze leveren continu drukken van 150 kg/cm² en zelfs meer in speciale gevallen. De pompen zijn korter doch groter van diameter dan de axiaalzuigerpompen, wat hun gebruik in de ondergrond soms bemoeilijkt.

5. *Pompes à pistons en ligne.*

Ces pompes développent les pressions les plus élevées. Cependant la haute pression qu'elles produisent ne peut être maintenue que pendant un temps plus court, de sorte qu'elles sont moins appropriées pour servir dans les commandes hydrostatiques ; par contre elles le sont mieux, par exemple, comme pompes de soutènement hydraulique mécanisé.

Exemple : la pompe Uraca.

5. *De pompen met zuigers in lijn.*

Deze pompen ontwikkelen de hoogste drukken, doch de hoge druk kan minder lang aangehouden worden zodat ze minder geschikt zijn als pomp bij de hydrostatische aandrijvingen, doch bv. wel als pomp voor de hydraulische wandelondersteuning.

425. Hydromoteurs.

On distingue parmi ceux-ci trois types principaux, suivant leur vitesse de rotation.

1. *Moteurs à régime élevé* (1400 à 2000 tr/min).

Ces moteurs sont habituellement interchangeables avec les moteurs électriques de 1500 tr/min. Ce sont des moteurs à pistons axiaux, la plupart du temps, avec position fixe du disque oblique. De même que pour les pompes, on distingue ici deux espèces différentes : moteurs avec disque oblique et bloc-cylindres pour la commande (fig. 15) et moteur avec face du bloc-cylindres oblique et disque de commande (fig. 16).

425. Hydromotoren.

Bij de motoren maken we onderscheid tussen drie hoofdsoorten naargelang hun draaisnelheid.

1. *De sneldraaiende motoren (1400 à 2000 tr/min).*

Deze motoren zijn gewoon verwisselbaar met de elektrische motoren op 1500 tr/min. Het zijn axiaalzuigermotoren, meestal met vaste stand van de schuingestelde schijf. Zoals bij de pompen onderscheiden we ook hier twee soorten nl. motoren met schuingestelde schijf en aandrijvend cilinderhuis (fig. 15) en motoren met schuin gesteld cilinderhuis en aandrijvende schijf (fig. 16).

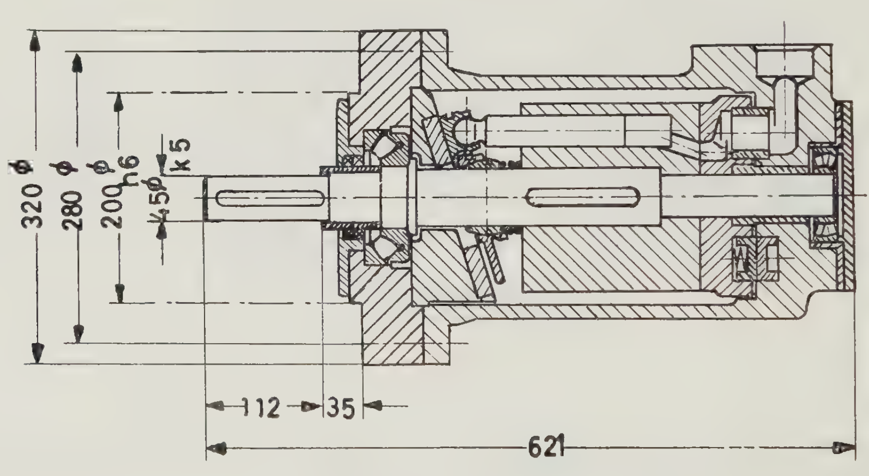


Fig. 15.
Moteur à pistons axiaux.
Axiaalzuigermotor.

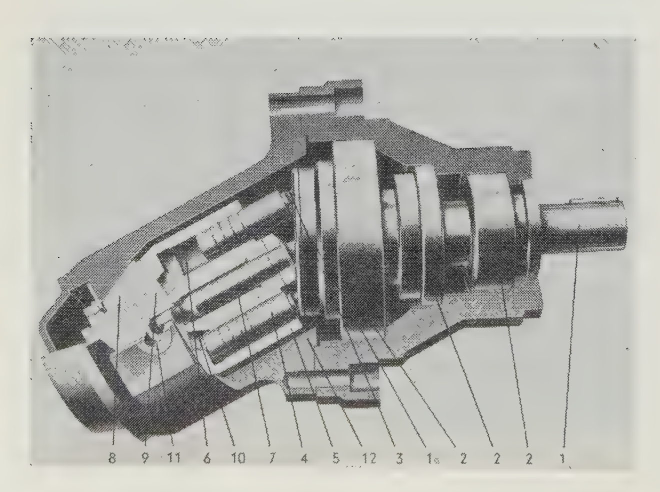


Fig. 16.

Le recours à un réducteur à engrenages reste iécessaire pour la commande du convoyeur blindé le taille ou du rabot.

La figure 15 donne une coupe en plan du moteur à pistons axiaux Beien type AM 250 ; la figure 16 lonne la reproduction photographique d'une section ongitudinale d'un moteur à pistons axiaux Mannesnann-Meer type HAM.

2. *Moteurs à régime moyen* (300 à 800 tr/min).

Ce sont également des moteurs à pistons axiaux. Ils ne peuvent être accouplés directement à la machine (c'est-à-dire travailler en prise directe), de sorte qu'un réducteur est toujours nécessaire.

3. *Moteurs à régime lent* (5 à 100 tr/min) ou moteurs lents.

Le plus souvent, ce sont des moteurs à pistons radiaux à 5 ou 7 cylindres disposés en étoile (parfois 2 × 5 ou 2 × 7 cylindres). L'alésage des cylindres individuels mesure 80 à 100 mm et la cylindrée est de 3 à 5 litres. La pression effective en régime se situe entre 150 et 175 kg/cm² ; en période de pointe, selon le type de moteur, il est possible de réaliser un couple maximal compris entre 1000 et 2000 kgm ; en conséquence ces moteurs exigent pour leur construction une très grande solidité et robustesse. Aux faibles régimes de vitesse, on peut la plupart du temps adopter la commande directe, éventuellement par deux moteurs en parallèle ; en fait, la majeure partie des installations du fond réclame une vitesse de rotation de l'ordre de 20 tr/min, au maximum 100 tr/min (tableau IV).

Het gebruik van een tandwielkast blijft noodzakelijk bij de aandrijving van een panzer- of schaafinstallatie in de ondergrond.

Fig. 15 geeft een getekende doorsnede van de axiaalzuigermotor Beien, type AM250 ; de figuur 16 geeft een gefotografeerde doorsnede van de axiaalzuigermotor Mannesmann-Meert ype HAM.

2. *De halfsneldraaiende motoren* (300 à 800 tr/min).

Het zijn eveneens axiaalzuigermotoren. Ze kunnen niet rechtstreeks aan de machine gekoppeld worden zodat een speciale tandwielkast vereist is.

3. *Langzaamdraaiende motoren* (5 à 100 tr/min).

Dit zijn meestal radiaalzuigermotoren met 5 of 7 cilinders in ster, (soms 2 × 5 of 2 × 7 cilinders). De boring bedraagt 80 à 100 mm en de cilinderinhoud 3 à 5 liter. De werkdruk ligt bij 150 à 175 kg/cm² in regime en bij 225 à 250 kg/cm² tijdens de spitsbelasting. Naargelang het motortype kan een maximum koppel bekomen worden van 1000 tot 2000 kgm zodat een zeer stevige construktie vereist is. Door de kleine draaisnelheid is het meestal mogelijk een rechtstreekse aandrijving toe te passen eventueel met twee motoren in parallel ; inderdaad, de meeste ondergrondse installaties worden aangedreven op een draaisnelheid van 20 tr/min tot maximum 100 tr/min (zie tabel IV).

TABLEAU IV — TABEL IV.

Vitesse de rotation de machines de fond.
Draaisnelheid van ondergrondse machines.

	Rabot tambour (noix) de chaîne St. c. 336 / Schaaf Kettingwiel St. c. 336				Convoyeur blindé (noix) de chaîne St. c. 328 / Panzer Ketitngwiel St. c. 328				Roue de commande de de chaîne St. c. 612 de bande métallique Prunte / Metalen band Prunte Kettingwiel St. c. 612		
Vitesse linéaire (en m/sec) Lineaire verpl. (snelheid m/s)	0,38	0,50	1	1,5	0,52	0,65	0,92	1,5	0,95	1,17	1,5
Vitesse de rotation (en tr/min) Draaisnelheid (tr/min)	22	28,5	57	85	30	37,5	53,5	87,5	30	37	41

Malgré le plus grand diamètre extérieur de ces moteurs (de l'ordre de 700 mm), dans de nombreux cas l'encombrement reste beaucoup moindre.

Un moteur de ce type, très répandu et bien adapté aux applications du fond, est le moteur Staffa Mark 5, à 7 cylindres ; construit en Grande-Bre-

Ondanks de grotere buitendiameter van deze motoren (orde van grootte 700 mm) blijft in vele gevallen de nodige ruimte veel kleiner.

Een veel verspreide motor van dit type en zeer geschikt voor de ondergrond is de in Engeland ge-

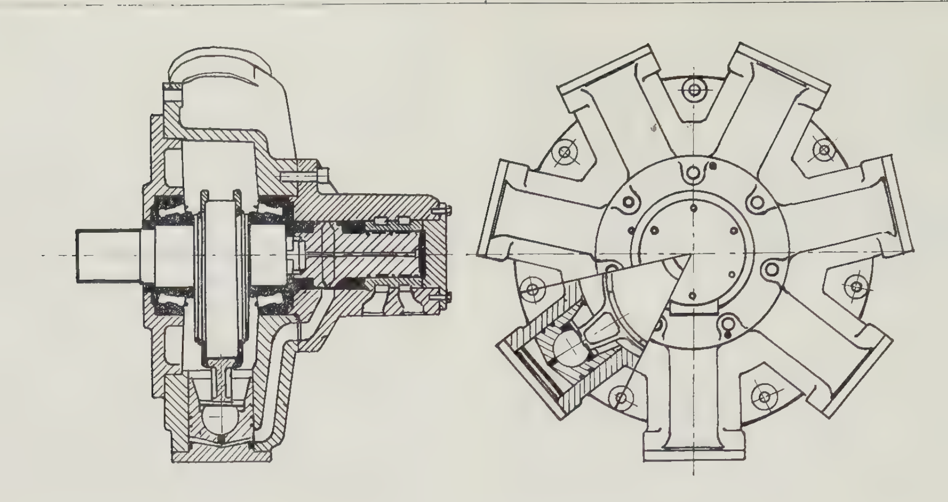


Fig. 17.
Moteur Staffa à 7 cylindres.
Staffa 7 cilindermotor.

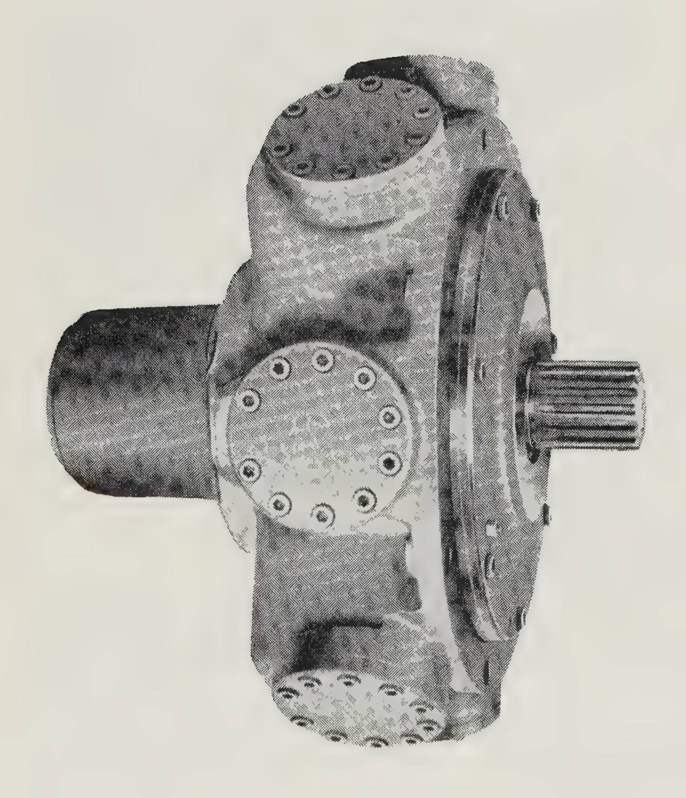


Fig. 18.

tagne, il est représenté en coupe par la figure 17 et en photo par la figure 18. On peut régler la vitesse de ce moteur en l'alimentant au moyen d'une pompe à débit variable. Le moteur Staffa fonctionne dans les 2 sens de rotation ; à égalité de pression, il donne le même couple moteur dans les 2 sens de marche.

Comme le montrent la formule Md = 1,59 V . p . η_h et le diagramme de la fig. 11, le couple est indépendant de la vitesse de rotation pour autant que le nombre de tours n soit supérieur à 5 tr/min. Il existe également des moteurs à pistons tournants

bouwde Staffa-motor Mark 5 met 7 cilinders zoals de doorsnede van fig. 17 en de foto fig. 18 voorstellen. De snelheid van deze motor kan geregeld worden door voeding met regelbare pomp. De Staffa-motoren zijn vol omkeerbaar en geven in beide draairichtingen hetzelfde koppel bij gelijke druk.

Zoals de formule Md = 1,59 V . p . η_h en fig. 11 fig. 11 aangeven is het koppel onafhankelijk van de snelheid voor zover n groter 5 tr/min. Er bestaan

(Hydrostatic) ; cependant jusqu'ici, ceux-ci n'ont trouvé que de rares applications.

Le tableau V donne un aperçu des moteurs hydrauliques usuels avec leurs caractéristiques particulières essentielles.

ook motoren met draaiende zuigers (Hydrostatic) doch deze worden tot op heden minder toegepast.

Tabel V geeft een overzicht van enkele hydromotoren met hun hoofdkenmerken.

TABLEAU V — TABEL V.

Aperçu de quelques moteurs hydrauliques avec leurs caractéristiques.
Overzicht van enkele hydromotoren met hoofdkenmerken.

Espèces Soort	Construction + type Merk + type	Cylindrée cm³/cycle Cilinder-inhoud cm³	Vitesse de rotation en tr/min Draai-snelheid tr/min	Pression en kg/cm² Druk in kg/cm² en régime regime	 max. max.	Couple maximal kgm Max. koppel kgm	Couple maximal par kgm en kgm/atm Max. koppel kgm/atm
régime rapide de rotation — Sneldraaiende	Beien AM250	246	2-1600	—	250	93	0,37
	Beien AM800V	250-832	2-1200	—	250	315	0,38-1,26
teurs à pistons axiaux — Axiaalzuigermotoren	Denison 60	384	100-1500	—	245	150	0,61
	Mannesmann Meer HAM 40	459	60-1500	—	200	146	0,73
régime semi-rapide de rotation — Halfsneldraaiende motoren	Beien AM 800	803	2-600	—	220	270	1,22
régime lent de rotation — Langzaamdraaiende	Staffa Mark 5-7 cil.	4320	5-75	175	225	1470	6,5
	Dusterloh 100/7	5250	5-150	150	250	1800	7,2
teurs à pistons radiaux — Radiaalzuigermotoren	Westfalia 7 cil.	4400	5-100	175	250	1600	6,4
	Pleiger LM 1000 (2 × 7 cil.)	3160	5-200	180	250	1020	4,08
	Pleiger LM550	1690	5-300	180	250	575	2,3
	Pleiger LM25	86	5-1000	180	250	30	—
régime lent de rotation Langzaamdraaiende	Hydrostatic	3400	0-350	160	200	1090	5,45
teurs à pistons rotatifs — Motoren met draaiende zuigers	260/16/140						

Remarque importante.

Les maxima de débit et de pression, tant de la pompe que du moteur, dans une commande hydrostatique, doivent être accordés l'un à l'autre ; cependant entre la construction des deux, il ne doit pas nécessairement exister de relation. Une pompe à pistons axiaux, tournant à 1500 tr/min, peut par exemple très bien commander un moteur à pistons radiaux qui ne tourne en régime qu'à 75 tr/min.

Le réglage de la vitesse et du couple peut être réalisé comme suit.

Belangrijke opmerking.

De maximum debieten en drukken van de pomp en de motor bij een hydrostatische aandrijving moeten op elkaar afgestemd zijn doch tussen de bouw van beiden moet geen noodzakelijk verband bestaan. Een axiaalzuigerpomp draaiend op 1500 tr/min kan bv. een langzaamdraaiende radiaalzuigermotor op 75 tr/min aandrijven.

De regeling van snelheid en koppel kan als volgt gebeuren.

426. Réglages.

a) Par une manœuvre manuelle, par exemple, par déplacement de l'extérieur d'un levier sur une came qui modifie l'obliquité de position du disque à l'intérieur de la pompe ou par manœuvre d'un volant à main via un mécanisme à tige filetée et écrou qui modifie la position relative du disque. L'inversion du sens de rotation des hydromoteurs peut s'opérer par une vanne à 4 voies, manœuvrée à la main. Le réglage manuel est appliqué au fond pour conduire le rabot aux extrémités de taille (fin de course) et pour diminuer la vitesse lorsque le convoyeur blindé, en conjonction avec le rabot, se trouve surchargé.

b) Par une manœuvre automatique, par exemple, telle que la vitesse soit automatiquement diminuée en cas de surcharge. Le réglage peut s'opérer par le déplacement d'un piston à pression qui, via un mécanismes à tringles, pousse le disque (en le faisant tourner) à l'intérieur de la pompe à débit réglable (servo régulateur). L'inversion du sens de rotation du moteur peut s'effectuer par une vanne à 4 voies, qui est manœuvrée automatiquement par un écrou à servocommande.

c) Par télécommande, par exemple, pour régler la vitesse et pour inverser le sens de rotation de l'extérieur, en l'occurrence en un point de la taille. Bien que pareille réalisation au fond soit très difficile, la preuve a été faite qu'on pouvait adapter le matériel à de telles conditions de travail.

427. Accessoires.

1°) *Réservoir.*

Sa contenance varie de 250 à 800 litres, selon la puissance du groupe de commande. Il est pourvu de plaques à toile de tamis et du filtre d'aspiration nécessaires, de fenêtres à voyant ou d'interrupteurs à flotteur pour le contrôle du niveau de remplissage, ainsi que d'un thermostat pour le contrôle de la température.

2°) *Pompes auxiliaires.*

— Une pompe d'alimentation qui aspire le fluide à partir du réservoir et qui, sous faible pression (10 à 15 kg/cm²), le refoule dans le circuit.

— Une ou plusieurs pompes de commande du mécanisme de réglage de la pompe principale et autres organes auxilaires et de manœuvre ainsi que : accouplement, frein, commande à distance.

3°) *Soupapes de sécurité.*

Ce sont des clapets, à pression maximum fixe ou réglables, installés à certains endroits du circuit, afin de maintenir dans celui-ci une pression de régime

426. Regelingen.

a) Door middel van handbediening : bv. door uitwendige verplaatsing van een hefboom op een tap die inwendig de schuinstelling van de schijf in de pomp verandert of door bediening van een handwiel dat via een schroefmechanisme de schijf verstelt. De draaizinomkering van de hydromotoren kan gebeuren door een handbediend vierwegenschuifventiel.

De regeling met de hand wordt ondergronds bv. gebruikt om te schaven aan de pijleruiteinden en om de snelheid te verminderen als de bijhorende panzerinstallatie overbelast is.

b) Door de automatische bediening bv. zodat de snelheid automatisch verkleint bij zware werkvoorwaarden. De automatische verstelling kan gebeuren door het verplaatsen van een drukzuiger die via een stangenmechanisme de schijf in de regelbare debietpomp omduwt (servoregelaar). De draaizinomkering van de motor kan gebeuren door een vierwegenventiel dat automatisch bediend wordt door een schuif met servosturing.

c) Door de tele-bediening : bv. om de snelheid te wijzigen en de draaizin om te keren vanuit om het even waar in de pijler. alhoewel de verwezenlijking hiervan in de ondergrond zeer moeilijk is worden toch proeven gedaan om het materiaal aan te passen aan de werkvoorwaarden.

427. De bijbehorigheden.

Hiermede bedoelen we hoofdzakelijk de volgende elementen :

1°) *De vloeistofvergaarbak.*

De inhoud varieert van 250 tot 800 liter naargelang het vermogen van de andrijfgroep. De vergaarbak is voorzien van de nodige zeefplaten en aanzuigfilter, van kijkglasjes of een vlotterschakelaar voor de peilcontrole evenals van een thermostaat voor de temperatuurcontrole.

2°) *De hulppompen.*

— Een voedingspomp die de vloeistof uit de vergaarbak opzuigt en onder kleine druk (10 à 15 kg/cm²) in me kring stuurt.

— Eén of meerdere stuurpompen voor het bedienen van het verstelmechanisme van de hoofdpomp en andere hulp- en stuurorganen zoals koppeling, rem, afstandsbedieningen.

3°) *De veiligheidsventielen.*

Dit zijn de vast ingestelde of regelbare overdrukkleppen om in de kring een constante werkdruk te

onstante et pour — à l'occasion d'une surcharge — lériver le fluide en surpression vers le réservoir.

°) *Clapets de retenue et vannes régulatrices.*

Ce sont des soupapes ou clapets à bille ou à pointeau, qui permettent le passage du fluide dans un ens, mais qui, sous l'effet d'un écoulement du fluide lans le sens opposé, obturent automatiquement le assage. La vanne régulatrice opère le réglage du lébit de fluide dans un sens d'écoulement fixé.

°) *Distributeurs d'inversion du sens d'écoulement du fluide au tiroir de manœuvre.*

Ce sont le plus souvent des distributeurs à tiroir, oigneusement usinés avec 2, 3, 4 voies, voire plus. e tiroir peut être déplacé, soit à la main, soit mécaiquement ou hydrauliquement.

°) *Filtres.*

Ils consistent en un boîtier, en acier coulé, dans equel est logée une cartouche filtrante. On distinue les filtres à basse pression (jusqu'à 16 - 20 g/cm²) et les filtres à haute pression (jusqu'à 50 kg/cm²). La dimension des mailles peut varier le 0,4 à 0,04 mm. Parfois, on installe également des imants dans le corps du filtre, tandis qu'à la crépine d'aspiration dans le réservoir, on dispose des iltres magnétiques de construction spéciale.

°) *Elément de refroidissement.*

- Dans les systèmes à circuit ouvert, on recourt à un échangeur de chaleur installé dans le réservoir à fluide.
- Dans les systèmes à circuit fermé, on peut opérer le refroidissement du fluide dans un radiateur ventilé à l'air ou à réfrigération à l'eau.

°) *Tuyauteries et conduites.*

Celles-ci doivent être calculées pour les pressions t débits maximaux exigibles. Les tuyauteries soules sont fabriquées en caoutchouc avec 2, 3, 4 plis le tissu en fil d'acier, afin d'obtenir des éléments le liaison et de connexion résistants et cependant lastiques.

La pression de service pour les flexibles se situe le 200 à 250 kg/cm², la pression d'essai à 400 - 50 kg/cm², tandis que la pression d'éclatement arie de 600 à 700 kg/cm².

Les extrémités des tronçons de flexibles sont pourus de raccords à fixation par écrou taraudé à filet le pas triangulaire ou d'accouplements rapides, par xemple ceux à emboîtement avec joint d'étanchéité orique (Techno-Chimie).

La figure 19 reproduit, à titre d'exemple, un roupe hydrostatique avec tous les accessoires qui équipent et les dimensions principales de chacun l'eux.

behouden en om bij overbelasting de vloeistof onder overdruk, af te voeren naar de vergaarbak.

4°) *De terugslagventielen en smoorventielen.*

Dit zijn kogel- of stiftkleppen die doorgang toelaten in één richting doch in de andere richting automatisch afgesloten worden. De smoorventiel regelt de grootte van de vloeistofstroom in één richting.

5°) *De richtingsomkeerverdelers of stuurschuiven.*

Dit zijn meestal zeer nauwkeurig afgewerkte schuifverdelers met twee, drie, vier of meer doorgangen. De schuif kan met de hand, mechanisch of hydraulisch worden versteld.

6°) *De filters.*

Ze bestaan uit een gietstalen huis waarin een filterpatroon is opgesteld. We onderscheiden lagedrukfilters (tot 16 à 20 kg/cm²) en hogedrukfilters (tot 250 kg/cm²). De maaswijdten kunnen variëren van 0,4 tot 0,04 mm. Soms worden ook nog magneten in de filter bevestigd of anfzonderlijke magneetfilters in de vergaarbak geplaatst.

7°) *Het koelsysteem.*

- Bij systemen met open kringloop maakt men gebruik van een warmtewisselaar in de vergaarbak.
- Bij systemen met gesloten kringloop kan de afkoeling gebeuren in een radiator met luchtventilator of door een waterkoeler.

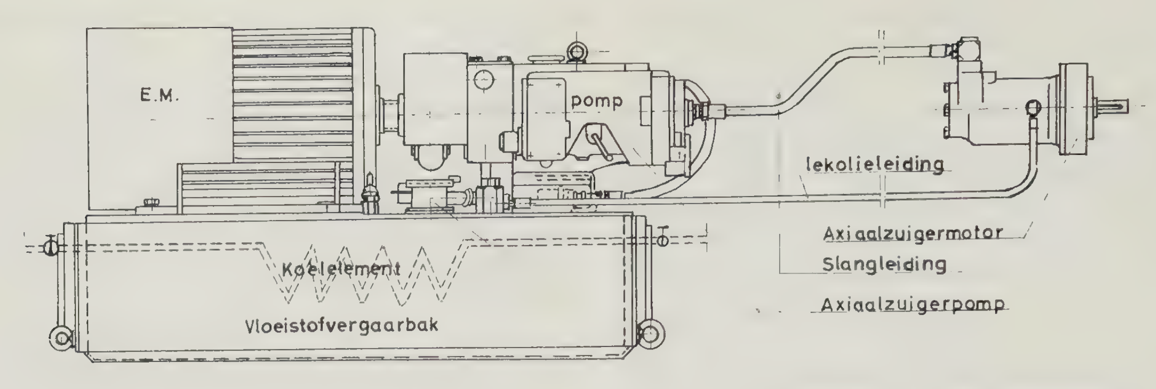
8°) *De leidingen.*

Deze moeten berekend zijn voor de nodige debieten en drukken. De soepele slangleidingen zijn vervaardigd uit rubber met twee, drie of vier stalen vlechten zodat stevige en toch elastische verbindingselementen bekomen worden.

De bedrijfsdruk voor de slangen ligt bij 200 tot 250 kg/cm², de proefdruk bij 400 tot 450 kg/cm² terwijl de barstdruk 600 tot 700 kg/cm² bedraagt.

De slanguiteinden worden voorzien van koppelingen met driekante bevestigingsschroefdraad of van snelkoppelingen zoals bv. de steekkopepling met inwendige O-ring afdichting (Techno-Chemie).

Fig. 19 geeft een voorbeeld van een hydrostatische groep met enkele bijbehorigheden en zijn hoofdafmetingen.



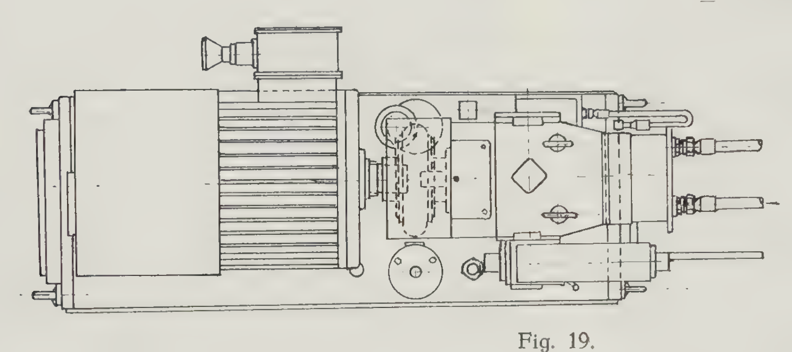


Fig. 19.

Groupe hydrostatique avec quelques accessoires.

Hydrostatische groep met enkele bijzonderheden.

Koelelement : élément de refroidissement - Vloeistofvergaarbak : bac-réservoir à fluide hydraulique - Lekolieleiding : tuyauterie de perte d'huile - Axiaalzuigermotor : moteur à pistons axiaux - Slangleiding : tuyau souple - Axiaalzuigerpomp : pompe à piston axiaux - Vlotterschakelaar + therm. beveiliging : interrupteur à flotteur + sécurité thermique

428. Fluides hydrauliques.

En règle générale, l'appareillage hydraulique à haute pression est construit pour une huile caractérisée par les propriétés suivantes :

— une viscosité de 4 à 5 °E à 50 °C ;

— de bonnes propriétés lubrifiantes à haute pression (à soumettre au laboratoire à l'épreuve « Timkentest » ou des « 4 boulets ») ;

— une faible aptitude à la formation d'écume et de mousse (éventuellement on ajoute des additifs) ;

— une excellente résistance au vieillisement que provoquent l'élévation de température ou le laminage ;

— des huiles de bonne qualité, souvent utilisées, sont par exemple la « Tellus 41 » de Shell et la Castrol Hypsin 175.

Pour des raisons règlementaires de sécurité, l'emploi au fond de l'huile comme fluide sous haute pression étant proscrit, on est arrivé, après de nombreuses recherches, à mettre au point des fluides difficilement inflammables (F.D.I.).

428. Hydraulische fluidums.

In het algemeen is de hydraulische hogedrukapparatuur gebouwd voor olie met de volgende eigenschappen :

— een viscositeit hebben van 4 à 5 °E bij 50 °C ;

— goede smeereigenschappen hebben bij hoge druk (in labo te beproeven met de Timkentest of de vierkogeltest) ;

— weinig neiging hebben tot schuimen (eventueel worden additieven bijgevoegd) ;

— goede weerstand bieden tegen veroudering door temperatuurstijging of smoring.

Veel gebruikte en goede hydraulische oliën zijn bv. Tellus 41 (Shell) en Castrol Hypsin 175.

In de ondergrond van mijnen wordt het gebruik van olie onder hoge druk om reglementaire redenen echter uitgesloten zodat men na vele opzoekingen gekomen is tot de moeilijk ontvlambare vloeistoffen (M.O.V.).

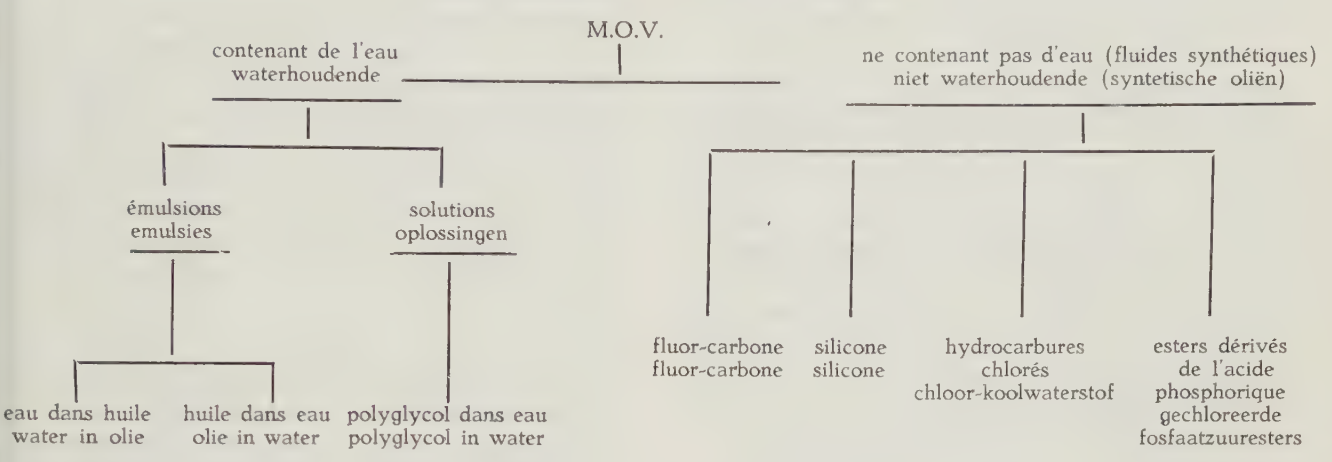
De aanvaardingscriteriums van deze vloeistoffen, zoals beschreven in het verslag van de E.G.K.S. in

Les critères d'agrégation de ces fluides — tels qu'ils sont décrits dans le rapport de la C.E.C.A. d'octobre 1964 — présentent deux aspects : ils concernent, d'une part, l'*ininflammabilité* et, d'autre part les *épreuves technologiques* à satisfaire.

En règle générale, on peut classer les fluides hydrauliques actuellement disponibles comme suit :

october 1964, zijn tweeledig nl. ze hebben enerzijds betrekking op de *onontvlambaarheid* en anderzijds op de *technologische proeven.*

Algemeen kunnen we de tot nu toe gekende vloeistoffen als volgt indelen :



Parmi ces 7 espèces de fluides hydrauliques à haute pression, susceptibles de présenter de l'intérêt, on ne cite que les suivants :

1. les émulsions eau-huile ;
2. les solutions eau-polyglycol ;
3. les esters phospates.

Les autres ne sont pas à retenir, soit qu'ils ne donnent pas satisfaction du point de vue chimique, soit en raison de leur prix d'achat trop élevé.

1°) *Les émulsions eau-huile* ne sont jusqu'ici guère à recommander pour les entraînements hydrostatiques et ce, pour des raisons de stabilité et d'indice de viscosité, lors de variations de température de 10 à 40 °C, de même qu'à cause de leur corrosivité éventuelle et de la température maximale (65 °C) de travail admissible. On poursuit des essais sur des mélanges constitués de ces émulsions avec additifs ; il est donc possible que d'ici peu de tels composés soient en état de satisfaire les exigences formulées.

2°) *La solution aqueuse de polyglycol* (35 à 60 % d'eau) peut être utilisée avec succès pour des températures à la compression allant jusqu'à 45 ° C et des pressions jusqu'à 250 - 300 kg/cm². L'augmentation de température doit rester limitée en raison de la distillation éventuelle qui libère un des constituants. Les solutions aqueuses de polyglycol présentent normalement une viscosité de 5 °E à 50 °C et un bon indice de viscosité quand la température de régime se situe au maximum à 75 °C. Vis-à-vis

Van deze zeven soorten komen voor de hoogdrukhydraulika alleen in aanmerking :

1. de water-olie-emulsies ;
2. de polyglycol-wateroplossing ;
3. de fosfaatzuuresters.

De andere zijn niet te weerhouden hetzij omdat ze chemisch niet voldoen bij hoge drukken, hetzij wegens hun te hoge kostprijs.

1°) De *water-olie-emulsies* zijn voor hydrostatische aandrijvingen tot hiertoe minder aan te bevelen om reden van stabiliteit en viscositeitsindex bij temperatuurveranderingen van 10 tot 40°, evenals omwille van mogelijke corrosie en de maximum werkingstemperatuur xan 65 °C.

De proeven met deze vloeistof + additieven worden nog voortgezet zodat mogelijk binnenkort water-olie-emulsies tot stand komen die wel aan de vereisten voldoen.

2°) De *polyglycol-wateroplossing* (35 à 60 % water) kan met succes gebruikt worden bij aanzuigtemperaturen tot 45 °C en drukken tot 250 à 300 kg/cm². De temperatuursverhoging moet beperkt blijven omwille van de eventuele verdamping waarbij de additieven verloren gaan. De polyglycol-wateroplossingen hebben normaal een viscositeit van 5 °E bij 50 °C en een goede V.I. terwijl de werkingstemperatuur ligt bij max. 65 °C. T.o.v. de dichtingswerkstoffen verhoudt de polyglycol-wateroplossing

de la matière première des joints d'étanchéité, la solution eau/polyglycol se comporte sensiblement comme l'huile minérale, cependant le Vulkollan ne peut en aucune manière être comme matériau pour les joints d'étanchéité.

Voici quelques solutions aqueuses de polyglycol utilisées :
— Ucon hydrolube 275 CP1 — Glycolub 45
— Hydrostar 55 — Hydral CH 42
— Nyvac 20 (Mobil oil)
— Nafic (Naphtachemie).

3°) *Les esters phosphates* (ester = combinaison de l'alcool avec acides organiques) ne posent aucune condition à leur emploi en ce qui concerne la température (stabilité thermique jusqu'à ± 140 °C) et la pression du fluide. A l'état pur, aucune corrosion n'est à craindre ; toutefois, les pompes et moteurs doivent être équipés avec des joints d'étanchéité et des tuyaux souples qui ne sont pas attaqués par ces fluides. Comme matériaux d'étanchéité, on peut par exemple utiliser des combinaisons du butyl, du téflon et du silicone.

Voici quelques esters phospates employés :
— Pyrogard 53 (Mobil oil) — BP Olex SHF 0302
— Pydraul F 9
— Pydraul 280 (50 % Pydraul 200 + 50 % Pydraul 625).

D'après les calculs, les coûts relatifs des différents fluides hydrauliques s'échelonnent comme suit :
— huile minérale : 1
— émulsions eau-huile : 1,5
— solutions aqueuses de glycol : 4
— esters phosphates : 5
— esters de phosphates chlorés : 7

43. Installations expérimentales.

Dans divers pays d'Europe Occidentale, de nombreuses machines commandées par voie hydrostatique sont actuellement en fonctionnement au fond.

— En Allemagne, les nombreux essais ont donné des résultats concluants et décisifs concernant les moteurs à régime de rotation élevé et moyen, pour la commande des treuils de puits intérieurs, des transporteurs à bande métallique, des installations de convoyeurs blindés et de rabotage. Comme principaux constructeurs, on signale les firmes Beien, Brünningshaus et Mannesmann-Meer. Comme fluides hydrauliques, on utilise l'huile minérale et une solution aqueuse à 40 % de polyglycol. Jusqu'ici, dans les différents charbonnages, on effectue des essais avec moteurs hydrauliques Westfalia, Pleiger et Düsterloh, à régime de vitesse lent.

— Aux Pays-Bas, depuis 1963, on a expérimenté des moteurs Beien à régime de rotation rapide et semi-rapide, qui, du point de vue hydraulique, ont

zich ongeveer zoals minerale olie, doch Vulkollan mag als dichtingsmateriaal niet gebruikt worden.

Enkele toegepaste polyglycol-wateroplossingen zijn :

— Ucon hydrolube 275 CP, — Glycolub 45
— Hydrostar 55, — Hydral CH 42
— Nyvac 20 (Mobil-Oil)
— Nafic (Naphtachemie).

3°) De *gefosfateerde esters* (esters = verbinding van alkohol met organische zuren) stellen geen voorwaarden wat betreft temperatuur (thermisch stabiel tot ± 140 °C) en druk van de vloeistof. In zuivere toestand is geen corrosie te vrezen doch de pompen en motoren moeten voorzien zijn van dichtingen en slangen die niet aangetast worden door deze vloeistof.

Als dichtingsmaterialen kunnen bv. gebruikt worden : Butyl-, Teflon-, en Silikonsamenstellingen.

Enkele toegepaste fosfaatesters zijn :
— Pyrogard 53 (Mobil Oil) — BP Olex SHF 0302
— Pydraul F9
— Pydraul 280 (50 % Pydraul 200 + 50 % Pydraul 625).

Volgens berekeningen verhouden de relatieve kosten van de verschillende hydraulische vloeistoffen zich ongeveer als volgt :
— minerale olie : 1
— water-olie-emulsies : 1,5
— water-glycoloplossingen : 4
— fosfaat-esters : 5
— gechloreerde fosfaat-esters : 7

43. Proefinstallaties.

In verscheidene West-Europese landen lopen ondergronds reeds hydrostatisch aangedreven machines.

— In Duitsland werden tot 1964 bijna uitsluitend proeven gedaan met sneldraaiende- en halfsneldraaiende motoren en dit voor de aandrijving van binnenschachtlieren, metalen vervoerbanden evenals van panzer- en schaafinstallaties. Als constructeurs vermelden we hoofdzakelijk de firma's Beien, Brünninghaus en Mannesmann-Meer. Als hydraulische vloeistoffen worden gebruikt : minerale olie en de oplossing 40 % polyglycol in water. Thans worden ook in verscheidene mijnen proeven gedaan met langzaamdraaiende motoren Westfalia, Pleiger en Düsterloh.

— In Nederland worden sinds 1963 proeven gedaan met sneldraaiende en halfsneldraaiende moto-

donné entière satisfaction (au charbonnage « Laura en Vereniging » siège Julia). Le groupe pompe Beien se caractérise par sa construction très compacte, très ramassée ; de ce fait, il se trouve parfaitement indiqué pour son emploi au fond. Les Staatsmijnen ont effectué des essais de rabotage à l'aide de moteurs Staffa (à faible vitesse de rotation), alimentés par des pompes Denison à débit réglable.

— Au Royaume-Uni, fonctionnent des installations de convoyeurs blindés et des transporteurs de silos commandés par voie hydrostatique. Pour des installations de convoyeur blindé, allant jusqu'à ± 250 m de longueur, on recourt à un groupe d'entraînement de 100 ch, comportant 2 pompes Denison, à débit constant, qui alimentent les moteurs hydrauliques de la tête motrice.

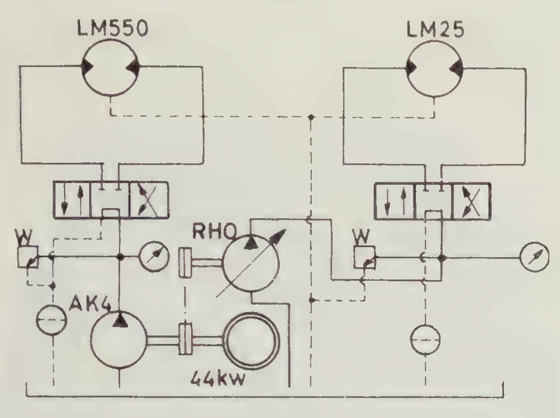


Fig. 20.

Ces moteurs (Staffa Mark 5) tournent, soit à 38 tr/min, soit à 76 tr/min, le changement de régime de vitesse s'obtenant en mettant en service une ou deux pompes.

ren Beien die vanuit hydraulisch standpunt algehele voldoening schenken (de Laura en Vereniging, mijn Julia). Het pompagregaat Beien heeft een zeer compakte bouw en is daardoor bijzonder geschikt voor ondergrondse toepassing. Door de Nederlandse Staatsmijnen worden proeven gedaan op een schaafinstallatie met langzaamdraaiende Staffa-motoren gevoed door regelbare Denison-pompen.

— In Engeland lopen panzer-installaties en silotransporteurs die op hydrostatische wijze worden aangedreven. Voor panzerinstllaties tot ± 250 m lenget maakt men gebruik van één aandrijfgroep van 100 pk bestaande uit twee Denispompen met constant debiet die de motoren van één drijfhoofd voeden.

Deze motoren (Staffa Mark 5) draaien op 38 tr/min of 76 tr/min. De veranderlijke snelheid wordt dan bekomen door ofwel één pomp ofwel twee pompen in dienst te zetten.

Voor installaties van meer dan 250 m lengte wordt aan iedere uiteinde een drijfhoofd met één of twee motoren en een pompgroep geïnstalleerd.

Als vloeistof gebruikt men minerale olie, doch er worden ook proeven ondernomen met emulsies en oplossingen.

Voor de toekomst voorziet men in Engeland een veralgemening van de hydrostatische aandrijvingen in de volledig gemechaniseerde pijlers.

— In de Belgische mijnen zijn de toepassingen nog niet talrijk doch me mogen toch volgende proefinstallaties vernoemen :

1. Een hydraulisch aangedreven binnenschachtlier in de mijn van Winterslag : een sneldraaiende motor Mannesmann-Meer type HAD 40/7 gevoed door de regelbare pomp HAP 40/7.

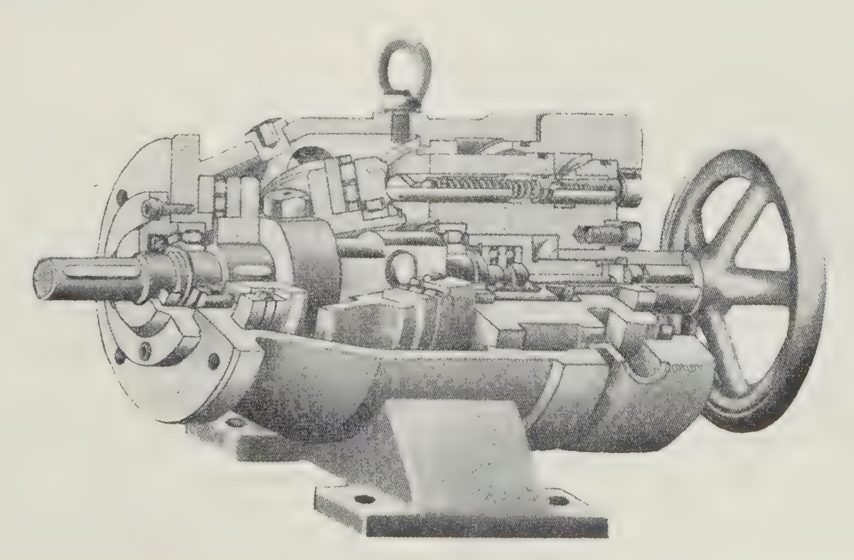


Fig. 21.

Pour des installations de plus de 250 m, on installe à chaque extrémité une tête motrice à un ou deux moteurs et à un groupe de pompes.

Comme fluide on utilise de l'huile minérale ; cependant on essaie également des solutions et des émulsions aqueuses.

Pour l'avenir, on prévoit en Angleterre l'emploi généralisé des entraînements hydrostatiques dans les tailles complètement mécanisées.

— Dans les charbonnages belges, les applications ne sont pas encore très nombreuses ; on dénombre néanmoins les installations ci-après :

1. A Winterslag, un treuil de puits intérieur commandé hydrauliquement : moteur Mannesmann-Meer, type HAM 40/7, à régime de rotation rapide, alimenté par pompe HAP 40/7.

2. A Monceau-Fontaine, un treuil de puits intérieur commandé par voie hydraulique : moteur Staffa Mark 5, à faible vitesse de régime, alimenté par une pompe Denison à débit réglable.

3. A Zolder, une abatteuse à charbon (pour creusement de niche) à entraînement hydraulique, construite aux ateliers du siège, donne entière satisfaction.

Le groupe motopompe avec réservoir d'environ 400 litres de contenance, comporte 2 pompes Pleiger :

— une pompe à pistons axiaux AK 4 à débit constant de 135 litres/min, pression de service 150 kg/cm^2 ;

— une pompe à pistons axiaux RHO à débit réglable de 0 à 20 litres/min, pression de service 250 kg/cm^2 (fig. 21).

Ces 2 pompes sont entraînées par le même moteur électrique de 44 kW, tournant à 1450 tr/min.

La pompe AK 4 alimente un moteur hydraulique à pistons radiaux Pleiger LM 550 (415 kgm à 180 kg/cm^2, qui attaque directement le tambour de coupe de l'abatteuse à ± 80 tr/min (fig. 22).

La pompe RHO alimente un moteur à pistons radiaux Pleiger LM 25 (20 kgm à 180 kg/cm^2) qui, via un réducteur hélicoïdal à vis tangentielle, commande le tambour d'entraînement de la chaîne pour le mouvement de va-et-vient de la machine.

Le schéma des connexions hydrauliques du groupe de la tête motrice est représenté figure 20. Six machines de ce type sont actuellement en fabrication et tout laisse prévoir que d'autres machines seront exécutées selon le même principe.

2. Een hydraulisch aangedreven binnenschachtlier in de mijn van Monceau-Fontaine : een langzaamdraaiende Staffa-motor (Mark 5) wordt gevoed door een regelbare Denisonpomp.

3. Een hydraulisch aangedreven kolensnijmachine van eigen constructie (stalmachine) werd met succes in dienst gezet door de kolenmijn van Zolder.

Het pompstation met een vergaarbak van ongeveer 400 liter bevat twee pompen Pleiger :

— een axiaalzuigerpomp AK 4 met een constant debiet van 135 liter/min, bedrijfsdruk 150 kp/cm^2 ;

— een axiaalzuigerpomp RHO met een regelbaar debiet van 0 tot 20 liter/min, bedrijfsdruk 250 kp/cm^2 (foto fig. 21).

Beide pompen worden aangedreven door dezelfde elektromotor van 44 kW op 1450 tr/min.

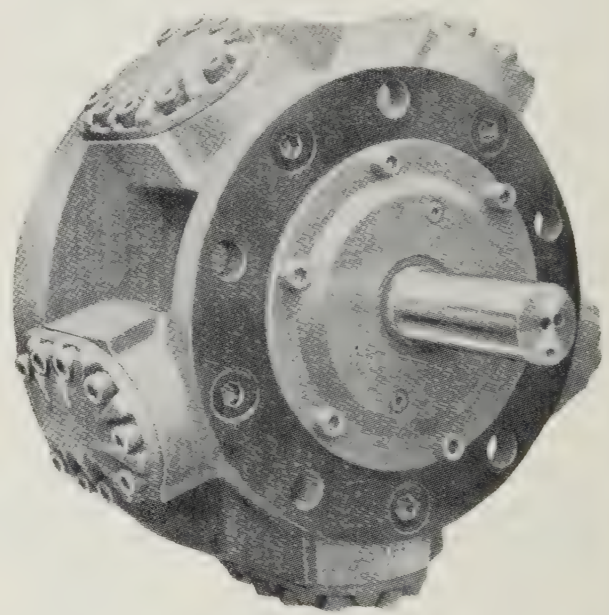


Fig. 22.

De pomp AK 4 voedt een radiaalzuigermotor Pleiger LM 550 (415 kpm bij 180 kp/cm^2) die de snijtrommel rechtstreeks aandrijft op ± 80 tr/min (zie foto fig. 22).

De pomp RHO voedt een radiaalzuigermotor Pleiger LM 25 (20 kpm bij 180 kp/cm^2) die via een wormwielkast een kettingwiel aandrijft voor de heen- en weergande beweging van de machine.

Het hydraulisch schakelschema van de aandrijfgroep wordt voorgesteld op fig. 20.

Zes gelijkaardige machines zijn thans in fabrikatie en alles laat voorzien dat nog meer machines zullen gebouwd worden volgens hetzelfde princiep.

4. Dans le bassin de Campine depuis décembre 1965, on expérimente également une tête motrice de convoyeur blindé et d'installation de rabot, commandée par des moteurs hydrauliques Westfalia-Lünen, alimentés par pompes à pistons axiaux Brünninghaus.

4. In het Kempens bekken zijn sinds december 1965 eveneens proeven bezig voor de hydrostatische aandrijving van een panzer- en een schaafinstallatie met hydromotoren van de fabriek Westfalia (Lünen) en axiaalzuigerpompen Brünninghaus.

CONCLUSION

La discussion amorcée dans cet article est loin d'être close ; celle-ci nous conduirait trop loin et serait pratiquement impossible du fait que ce type d'entraînement relativement récent n'en est encore qu'à ses débuts. Les commandes hydrauliques et hydrostatiques trouveront certes à l'avenir, en particulier dans les mines, une application plus étendue. La discussion fait apparaître déjà de multiples raisons qui confirmeront que les entraînements hydrostatiques appliqués à des machines du fond bien déterminées, apporteront une amélioration de la marche et un accroissement du rendement des installations mécaniques. Toutes les difficultés qui se présentent ne sont pas pour autant résolues, de sorte que les recherches et expériences se poursuivent activement. Dans cette conclusion, nous désirons insister également sur la nécessité, pour les charbonnages, de former un personnel spécialisé parfaitement formé en vue de l'entretien et du service des groupes hydrostatiques. Nous n'osons affirmer que pour chaque installation la même solution universelle pourra être appliquée. Les installations expérimentées dans nos mines ou dans celles des pays voisins doivent permettre d'effectuer un choix judicieux parmi les nombreux moteurs et pompes déjà disponibles sur le marché, et ainsi aboutir à des têtes motrices standards pour des types de machines de mines bien déterminés.

BESLUIT

De bespreking in dit artikel is geenszins volledig ; zulks zou ons te ver leiden en zelfs praktisch onmogelijk zijn gezien deze nieuwe soort aandrijving voor mijnmachines de kinderschoenen nog niet volledig is ontgroeid. De hydraulika en de hydrostatische aandrijvingen in het bijzonder zullen in de toekomst in de mijnen zeker een ruim toepassingsveld vinden. Zoals uit de bespreking blijkt zijn er immers veel redenen waarom hydrostatische aandrijvingen van bepaalde ondergrondse machines een verbetering in de werking en een verhoging van het rendement van de installaties meebrengen. Al de moeilijkheden zijn echter nog niet opgelost zodat de opzoekingen en proeven verder gaan. We willen in dit besluit eveneens wijzen op de noodzakelijkheid van gevormd en opgeleid personeel voor het onderhoud en de bediening van hydrostatische aandrijfgroepen. We kunnen ook niet zeggen dat voor iedere installatie dezelfde universele oplossing zal kunnen toegepast worden. Proefinstallaties in binnen- en buitenland moeten toelaten, uit de vele op de markt zijnde pompen en motoren, een keuze te doen om te komen tot standaard-aandrijfgroepen voor bepaalde mijnmachines.

BIBLIOGRAFIE

— MELLET M. : Entraînement hydrostatique des rabots aux Houillères du Bassin de Provence. — Revue de l'Industrie Minérale, 1963, nov., p. 907-917.

— STALMAN I.M.E. : Proefinzet hydrostatische aandrijving op de mijn Julia. — De Mijnlamp, 1963. 15 nov., p. 644-647.

— EVERS H. : Mechanische simpel met hydrostatische aandrijving. De Mijnlamp, 1963, 15 nov., p. 648-653.

— OSTERMANN W. : Hydrostatische Getriebe für Bergwerkmaschinen unter Tage. — Glückauf, 4 dec. 1963, p. 1397-1413.

— O. de CROMBRUGGHE en J. KERREMANS : Binnenschachtlier met hydrostatische aandrijving. — Annalen der Mijnen, 1965, juni, p. 861-920.

La combinaison de la pyrolyse et de la chromatrographie en phase gazeuse : une nouvelle technique d'identification (*)

De combinatie van de pyrolyse en de chromatografie in de gasfaze : een nieuwe identificatietechniek (*)

J. BRICTEUX,

Docteur en Sciences — Doctor in de Wetenschappen

Institut National de l'Industrie Charbonnière
Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid

RESUME

La pyrolyse et la chromatographie en phase gazeuse ont été associées étroitement et cette association a donné naissance à une nouvelle technique d'identification. Dans cette technique, un système de pyrolyse est couplé à un chromatographe en phase gazeuse ; l'échantillon est pyrolysé dans le courant de gaz porteur et les produits de dégradation thermique sont entraînés dans le chromatographe, où ils sont séparés. On obtient finalement un « pyrogramme », qui pour une substance donnée examinée dans des conditions bien définies, constitue une véritable « empreinte digitale » de la substance. Cette technique permet d'étendre le champ d'application de la chromatographie en phase gazeuse à l'analyse d'échantillons non volatils ou thermiquement instables. De plus, elle permet des études de mécanismes de dégradation thermique ou encore des études structurelles par l'établissement de filiations entre les produits de la pyrolyse et la substance de départ.

(*) Communication présentée au cours des Journées de Chimie Analytique organisées par la Société Chimique de Belgique (Centre de Recherches Solvay-N.O.H., 26-27 mai 1967).

SAMENVATTING

De pyrolyse en de chromatographie in de gasfaze werden nauw met elkaar in verband gebracht en deze samenbundeling heeft het ontstaan gegeven aan een nieuwe identificatietechniek. In deze techniek wordt een pyrolysesysteem gekoppeld aan een chromatograaf voor gasfazen. Het monster wordt gepyrolyseerd in het draaggas en de produkten van de thermische afbraak worden naar de chromatograaf gevoerd en daar gescheiden. Het resultaat is een « pyrogram » dat van een bepaalde stof die men onderzoekt in welbepaalde omstandigheden een werkelijke « vingerafdruk » levert. Dank zij deze techniek kan het toepassingsgebied van de chromatografie in de gasfaze worden uitgebreid tot het ontleden van monsters die niet vluchtig zijn of thermisch onstabiel. Daarenboven kan men er studies mee maken van het mechanisme der thermische afbraak of structurele studies bestaande in het opstellen van een familieverband tussen de produkten van de pyrolyse en de vertrekstof.

(*) Mededeling verstrekt tijdens de Dagen van de Analytische Scheikunde georganiseerd door de Société Chimique de Belgique (Centre de Recherches Solvay-N.O.H., 25-27 mei 1967).

Les principales méthodes utilisées pour la pyrolyse sont passées en revue. De nombreux exemples d'application relevés dans la littérature sont donnés, aussi bien dans le domaine de l'analyse de produits naturels, que dans celui de produits manufacturés les plus divers. La technique mise en œuvre par l'auteur, pour l'examen de houilles, de brais et de liants d'agglomération, est décrite et quelques exemples montrent les possibilités d'application de la technique dans ce domaine particulier.

Er wordt een overzicht gegeven van de voornaamste pyrolysemethoden. Er worden talrijke gevallen van toepassing beschreven, die in de litteratuur voorkomen, en dit zowel voor wat de ontleding van natuurlijke produkten betreft als voor de meest uiteenlopende kunstprodukten. De auteur geeft een beschrijving van de techniek die hij aanwendt voor het onderzoeken van kolen, pek en agglomereerstoffen ; enkele voorbeelden tonen de toepassingsmogelijkheden op dit bijzonder terrein aan.

INHALTSANGABE

Eine enge Verbindung von Pyrolyse und Gaschromatographie hat zu einem neuen Verfahren der Identifizierung chemischer Verbindungen geführt. Die Probe wird in der Atmosphäre des Trägergases pyrolysiert, und die thermischen Zersetzungsprodukte werden vom Gas in den Chromatographen mitgenommen und hier getrennt. Man erhält ein « Pyrogramm », gewissermassen einen « Fingerabdruck » einer Substanz, die man unter ganz bestimmten Bedingungen untersucht hat. Mit Hilfe dieser Technik kann man auch nicht flüchtige oder thermisch nicht stabile Substanzen gaschromatographisch analysieren. Ausserdem bietet die Methode die Möglichkeit, durch Herstellung einer Verbindung zwischen der Ausgangssubstanz und den Pyrolyseprodukten Erkenntnisse über die Struktur und über den Hergang der thermischen Zersetzung zugewinnen.

Der Verfasser gibt einen Ueberblick über die wichtigsten Pyrolyseverfahren und führt aus der Literatur zahlreiche Anwendungsbeispiele an, nicht nur für die Analyse natürlicher, sondern auch der verschiedenartigsten künstlichen Produkte. Er beschreibt weiter ein von ihm entwickeltes Verfahren zur Untersuchung von Steinkohlen, Pechen und Brikettbindemitteln. An Hand mehrerer Beispiele werden die Möglichkeiten aufgezeigt, die das Verfahren auf diesem Spezialgebiet bietet.

SUMMARY

Pyrolysis and gas chromatography have been closely associated, and this association has given rise to a new identification technique. In this technique, a system of pyrolysis is coupled with a gas-chromatograph ; the sample is pyrolysed in the current of carrier gas and the products of thermal dissociation are drawn into the chromatograph, where they are separated. A « pyrogram » is finally obtained, and this constitutes a veritable « fingerprint » of a given substance examined in well defined conditions. This technique makes it possible to extend the field of application of gas chromatography to the analysis of samples which are non-volatile or thermally unstable. In addition, it facilitates the study of the mechanisms of cracking or even structural studies by the establishment of a relationship between the products of pyrolysis and the original substance.

The chief methods used for pyrolysis are reviewed. Many examples of application are quoted from literature, both in the field of the analysis of natural products and in that of the most diverse manufactured products. The technique put into practice by the author for the examination of coals, pitches and binders, is described, and a few examples reveal the possibilities of application of the technique in this particular field.

La dégradation thermique de molécules organiques, suivie de l'identification des produits de dégradation et de l'établissement de filiations entre ces produits et la molécule de départ, est une méthode couramment utilisée dans le domaine de l'analyse structurelle organique. Mais, s'il est relativement aisé de pyrolyser une substance dans des conditions bien définies, l'examen des produits résultant de la pyrolyse est beaucoup plus malaisé. Jusqu'à ces dernières années, cet examen nécessitait deux sta-

Het thermisch afbreken van organische molekulen, gevolgd door het identificeren van de afbraakprodukten en het opbouwen van het stamverband tussen deze produkten en de vertrekmolekule vormen samen een methode die veel gebruikt wordt in de organische structuuranalyse. Evenwel is het betrekkelijk gemakkelijk een stof in welbepaalde omstandigheden te pyrolyseren maar is het onderzoek van de pyrolyseprodukten veel moeilijker. Tot in de laatste jaren omvatte dit onderzoek twee stadiums :

des : un stade d'isolement et un stade d'identification. Au cours de ce dernier stade, diverses méthodes analytiques étaient utilisées et parmi ces méthodes la chromatographie en phase gazeuse.

Récemment, la pyrolyse et la chromatographie en phase gazeuse ont été associées beaucoup plus étroitement et cette association qui a permis de supprimer le stade isolement a donné naissance à une nouvelle méthode d'analyse. Dans cette méthode schématisée dans la figure 1, une unité de pyrolyse est couplée à un chromatographe en phase gazeuse, l'échantillon est pyrolysé dans le courant de gaz porteur et les produits de la pyrolyse sont entraînés directement sur la colonne chromatographique où ils sont séparés. On obtient finalement un chromatogramme qui, dans ce cas particulier, porte le nom de pyrogramme. Une substance pyrolysée et analysée dans des conditions identiques produira des pyrogrammes identiques présentant un profil d'élution propre à la substance qui constituera ce que l'on appelle un « fingerprint », c'est-à-dire une empreinte digitale de la substance, véritable fiche d'identification. Dans ces conditions, la pyrolyse couplée à la chromatographie peut non seulement fournir des informations d'ordre structurel, mais également servir de technique d'identification et de caractérisation de substances organiques et, d'après de nombreux auteurs, c'est là une forme véritablement nouvelle de l'analyse organique. Cette technique suscite actuellement un très vif intérêt. Son succès s'explique facilement car au fond elle permet d'étendre le champ d'application de la chromatographie en phase gazeuse à l'analyse des substances organiques non volatiles ou thermiquement instables.

een stadium van afzondering en één van identificatie. Tijdens dit laatste stadium werden verschillende analyseermethoden toegepast en ondermeer de chromatografie in de gasfaze.

Onlangs werden de pyrolyse en de chromatografie in de gasfaze veel nauwer met elkaar in verband gebracht en deze verbinding heeft geleid tot het afschaffen van het stadium der afzondering en heeft het ontstaan gegeven aan een nieuwe analysemethode. In deze methode, schematisch voorgesteld in figuur 1, wordt een pyrolysegroep gekoppeld aan een chromatograaf voor gasfaze, het monster wordt in de draaggasstroom gepyrolyseerd en de pyrolyseprodukten worden rechtstreeks naar de chromatograafkolom gevoerd waar ze worden gescheiden. Uiteindelijk bekomt men een chromatogram dat in dit speciaal geval pyrogram heet. Een stof die in identieke omstandigheden wordt gepyrolyseerd en geanalyseerd zal identieke pyrogrammen opleveren, met het oplichtingsprofiel dat eigen is aan deze stof, en dat men « fingerprint » noemt hetgeen wil zeggen : de vingerafdruk van de stof, een werkelijke identificeerkaart. In dat geval levert de pyrolyse gekoppeld met de chromatografie niet alleen informaties van structurele aard, maar dient ze ook als techniek voor het identificeren en karakteriseren van organische stoffen ; volgens vele schrijvers is het een werkelijk nieuwe vorm van organische ontleedkunde. Deze techniek geniet tegenwoordig een levendige aandacht. Het succes van de methode is gemakkelijk te verklaren want in werkelijkheid betekent ze de uitbreiding van het toepassingsgebied van de chromatografie in de gasfaze tot het ontleden van organische stoffen die noch vluchtig noch thermisch onstabiel zijn.

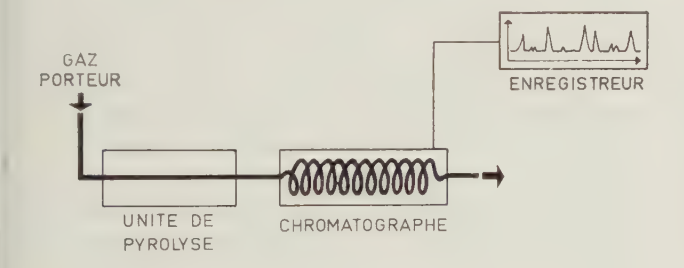


Fig. 1.

Pyrolyse couplée à la chromatographie en phase gazeuse : schéma de principe.

Pyrolyse gekoppeld aan de chromatografie in de gasfaze. Principeschema.

unité de pyrolyse : pyrolsyeëenheid - chromatographe : chromatograaf - enregistreur : registreerapparaat - gas porteur : draaggas

Au cours de cette communication, nous décrirons brièvement les moyens utilisés pour la mise en œuvre de la chromatographie pyrolytique, nous donnerons ensuite quelques exemples d'application relevés dans la littérature et nous terminerons par un bref aperçu de nos travaux dans ce domaine en relation avec l'étude des houilles et de leurs dérivés.

La valeur des résultats obtenus en chromatographie pyrolytique va dépendre de l'unité de pyrolyse, du système chromatographique et des conditions opératoires adoptées à la fois pour la pyrolyse et pour l'examen chromatographique.

Wij zullen in deze mededeling in het kort handelen over de apparatuur die nodig is voor de pyrolytische chromatografie, vervolgens halen we enkele toepassingsgevallen aan uit de literatuur, en tenslotte geven we een kort overzicht van ons werk in dit domein, in verband met de studie van de steenkolen en hun nevenprodukten.

De waarde van de uitslagen in de pyrolytische chromatografie hangt af van het pyrolyseapparaat, van het chromatografiesysteem en van de werkvoorwaarden die gekozen werden zowel voor de pyrolyse als voor het chromatografisch onderzoek.

En ce qui concerne l'unité de pyrolyse, plusieurs critères de base sont à observer si l'on veut se trouver dans les meilleures conditions d'analyse qualitative et quantitative :

Il faut minimiser les réactions secondaires et pour cela mettre en œuvre une quantité minimum d'échantillon de façon à obtenir une forte dilution dans le gaz porteur.

Il faut, pour simuler une introduction chromatographique normale, que la température de pyrolyse soit atteinte le plus rapidement possible et cette température ne doit pas être trop élevée, sinon il y a formation de fragments non caractéristiques.

Il faut finalement empêcher la diffusion des produits de pyrolyse et éviter leur condensation.

Les techniques utilisées pour réaliser la pyrolyse peuvent être classées en trois catégories principales : la technique du filament, celle du four tubulaire, et enfin une technique assez récente faisant appel à un mode de chauffage par induction.

Dans la technique du filament (figure 2 a), un film de la substance à analyser est déposé sur un filament en forme d'hélice qui peut être chauffé par effet Joule. Le filament se trouve dans la chambre d'injection du chromatographe et les produits formés au cours de la pyrolyse sont entraînés directement sur la colonne par le gaz porteur. Plusieurs systèmes de ce type sont décrits dans la littérature ; ils permettent de porter l'échantillon à une température comprise entre 500 et 1200 °C en des temps variant entre 0,5 et 60 secondes.

Dans la technique du four tubulaire (fig. 2 b), un tube, le plus souvent en quartz, est placé dans un four dont la température peut être réglée et mesurée. Le tube est raccordé à la chambre d'injection d'un chromatographe. L'échantillon à pyrolyser est conservé dans une nacelle, dans la partie froide du tube et est avancé rapidement dans la partie chaude, le plus souvent à l'aide d'un système magnétique. Les produits formés au cours de la pyrolyse sont entraînés par le gaz porteur vers la colonne où ils sont séparés.

Dans la troisième technique (fig. 2 c), l'échantillon est déposé sous forme de film sur un conducteur ferromagnétique. Le conducteur se trouve dans un capillaire placé à l'intérieur d'une bobine parcourue par un courant à haute fréquence. Ce courant développe un champ magnétique et, par induction, la température du ferroconducteur s'élève en quelque 20 à 30 millisecondes jusqu'à une température caractéristique qui dépend de l'alliage utilisé. A cette température, qu'on appelle température de Curie, les propriétés ferromagnétiques du conducteur disparaissent, ce qui entraîne une self-stabilisation de la température. Ainsi la température à la-

Het pyrolyseapparaat moet aan verschillende grondvoorwaarden voldoen zo men gunstige voorwaarden wil scheppen voor de kwalitatieve en de kwantitatieve analyse :

Nevenreacties moeten zoveel mogelijk beperkt blijven, en te dien einde gebruikt men een zo kleine mogelijke hoeveelheid van het monster zodat er een sterke verdunning komt in het draaggas.

Opdat het begin van de chromatografie zo normaal mogelijk zou zijn moet de pyrolysetemperatuur zo vlug mogelijk bereikt worden, en mag deze temperatuur niet te hoog liggen, omdat anders niet karakteristieke fragmenten gevormd worden.

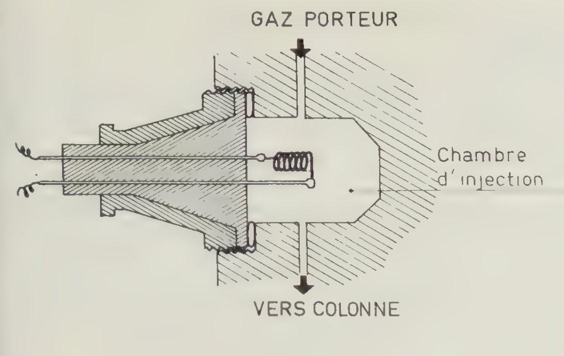
Tenslotte moet men beletten dat de pyrolyseprodukten zich verspreiden en condenseren.

De bij pyrolyse aangewende technieken kunnen in drie hoofdklassen worden onderverdeeld : de gloeidraadtechniek, de techniek met de cilindervormige oven, en tenslotte een nieuwe techniek waarbij beroep gedaan wordt op verwarming door inductie.

Bij de gloeidraadtechniek (figuur 2 a) wordt een laagje van de te analyseren stof uitgespreid over een schroefvormig opgewonden gloeidraad die door Joule-effect kan verwarmd worden. Deze gloeidraad zit in de injectiekamer van de chromatograaf en de produkten die tijdens de pyrolyse gevormd worden gaan samen met het draaggas rechtstreeks over de kolom. De literatuur beschrijft verschillende systemen van dit type ; men kan het monster daarmee brengen op een temperatuur gelegen tussen 500 en 1200 °C na een tijdsverloop van 0,5 tot 60 seconden.

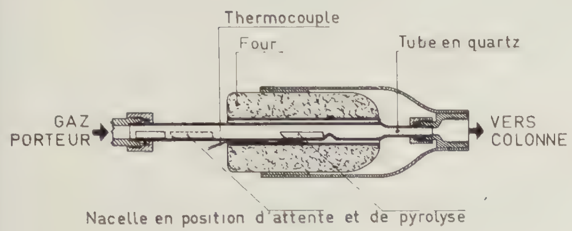
Bij de techniek met de cilindervormige oven (figuur 2 b) wordt een buis, meestal in kwarts, geplaatst in een oven waarvan de temperatuur kan worden geregeld en gemeten. Deze cilinder wordt aangesloten op de injectiekamer van een chromatograaf. Het te pyrolyseren monster ligt in een schaaltje dat zich eerst in het koude deel van de cilinder bevindt en dan snel naar het hete gedeelte wordt gebracht, meestal langs magnetische weg. De tijdens de pyrolyse gevormde produkten worden door het draaggas naar de kolom gebracht en daar gescheiden.

In de derde methode (figuur 2 c) wordt het monster onder de vorm van een laagje afgezet op een ferromagnetische geleider. Deze geleider zit in een capillaire buis in het binnenste van een spoel die door een hoogfrekwente stroom wordt doorlopen. Deze stroom geeft het ontstaan aan een magnetisch veld en door inductie stijgt de temperatuur van de ferrogeleider in 20 tot 30 milliseconden tot een waarde die karakteristiek is voor de gebruikte legering. Op deze zogenaamde temperatuur van Curie verdwijnen de ferromagnetische eigenschappen van de geleider waardoor een zelfstabilisering van de



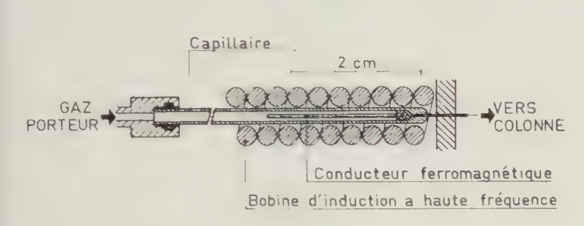
a) Technique du filament — Techniek met de gloeidraad (d'après - naar Zulaïca et Guiochon [1]).

gaz porteur : draaggas
chambre d'injection : injectiekamer
vers colonne : naar kolom



b) Technique du four — Techniek met de oven (d'après - naar Honaker et Horton [2]).

nacelle en position d'attente et de pyrolyse : schaaltje in wachtstand en in pyrolysestand
thermocouple : thermokoppel
four : oven
tube en quartz : kwartsbuis



c) Technique du chauffage par induction — Techniek van de verwarming door inductie (d'après - naar Simon et Giabocco [3]).

capillaire : capillaire buis
conducteur ferromagnétique : ferromagnetische geleider
bobine d'induction à haute fréquence : hoogfrekwentie inductieklos

Fig. 2.
Principales techniques mises en œuvre pour réaliser la pyrolyse.
Voornaamste technieken aangewend voor de pyrolyse.

quelle se réalise la pyrolyse est atteinte en quelques millisecondes et elle reste alors constante. Il est possible de choisir la température de pyrolyse dans une large gamme : il suffit en effet de choisir l'alliage utilisé comme conducteur en fonction de la température désirée. Le capillaire se trouve dans le courant de gaz porteur et, ici également, les produits formés au cours de la pyrolyse sont entraînés directement vers la colonne.

Des trois techniques qui viennent d'être décrites, la plus utilisée et la plus facile à mettre en œuvre est celle du filament chauffé. Pour l'examen d'échantillons solides, qui ne peuvent être mis en solution, la technique du four est préférable. Aucune de ces deux techniques n'est cependant parfaite et, si chacune d'elles présente des avantages et des inconvénients, on peut à toutes deux leur reprocher le fait qu'il est difficile de connaître avec précision la température de pyrolyse. Et c'est dans la troisième technique, développée par Simon et ses collaborateurs [3], que l'on se rapprocherait le plus des conditions idéales.

En ce qui concerne le chromatographe, il est nécessaire qu'il soit équipé d'une colonne à haute résolution, d'un détecteur très sensible et d'un programmateur de température. Ce sont là trois facteurs dont il faut absolument tenir compte si l'on veut

temperatuur optreedt. Op die manier wordt de temperatuur waarop de pyrolyse plaats vindt op enkele milliseconden bereikt om van dan af constant te blijven. Er bestaat mogelijkheid om de pyrolysetemperatuur te kiezen binnen een wijd bereik ; het is immers voldoende de geleider te vervaardigen uit de legering die met de gewenste temperatuur overeenkomt. De capillaire buis bevindt zich in de draaggasstroom en ook hier worden de pyrolyseprodukten rechtstreeks naar de kolom gevoerd.

Van de drie beschreven technieken is die met de verwarmde gloeidraad de meest gebruikte en ook de gemakkelijkste. Om vaste stoffen te onderzoeken, die niet in oplossing kunnen gebracht worden, geeft men de voorkeur aan de oven. Geen van beide technieken is echter volmaakt en ze hebben beide hun voor- en nadelen ; een gebrek in beide gevallen is, dat het moeilijk is de juiste pyrolysetemperatuur te kennen. Het is dan ook met de derde techniek, ontwikkeld door Simon en zijn medewerkers [3] dat men de ideale voorwaarden het dichtst benadert.

Wat de chromatograaf betreft, deze moet uitgerust zijn met een kolom met een hoog onderscheidingsvermogen, een zeer gevoelige detector en een temperatuurprogrammator. Dit zijn drie factoren waarmee men absolut moet rekening houden zo men

que la combinaison pyrolyse-chromatographie soit réalisée dans les meilleures conditions.

Après cette brève revue de l'appareillage, voici maintenant quelques exemples d'applications relevés dans la littérature.

La pyrolyse couplée à la chromatographie a pris naissance et s'est surtout développée au début dans le domaine des polymères, que ce soit pour leur analyse qualitative ou quantitative ou encore pour des études de structure ou de mécanisme de dégradation.

wil dat de combinatie pyrolyse-chromatografie goed verloopt.

Na dit kort overzicht van de apparatuur laten wij hier enkele voorbeelden van toepassing volgen uit de literatuur.

De pyrolyse gekoppeld aan de chromatografie heeft haar ontstaan en haar eerste ontwikkeling gekend op het gebied van de polymeren, of het nu ging om kwalitatieve of kwantitatieve analyse of studies betreffende structuur of afbraakmechanisme.

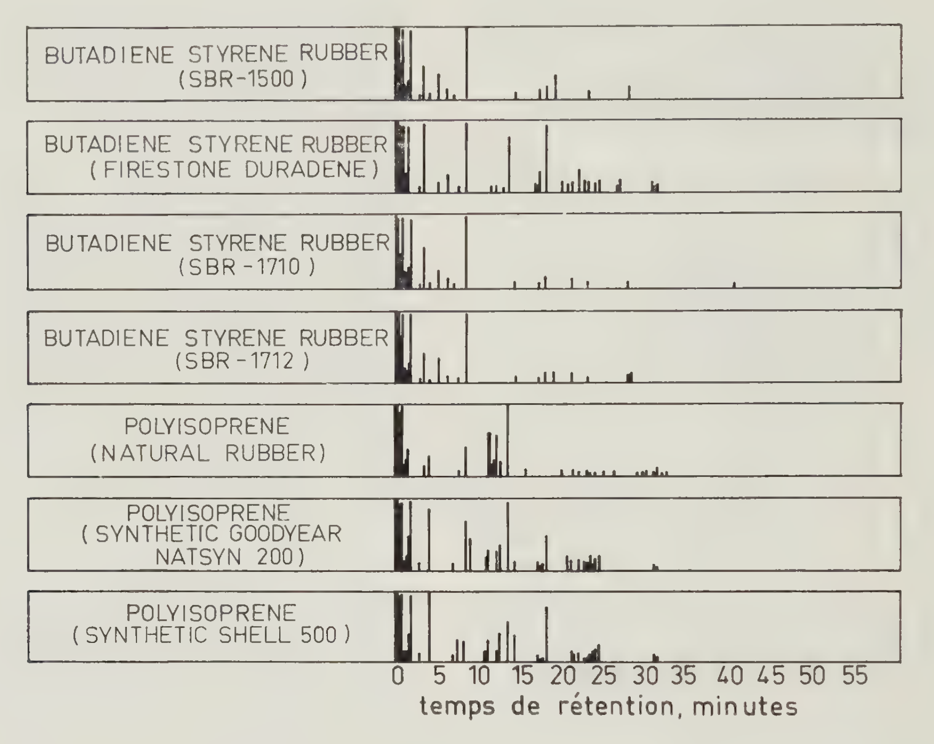


Fig. 3.

Pyrogrammes de polymères formés de carbone et d'hydrogène avec détection par ionisation de flamme.

Pyrogrammen van isomeren gevormd uit koolstof en waterstof met detectie door vlamionisatie.
(d'après - naar Cole et al. [4]).

temps de rétention, minutes : bestaanduur in minuten

Au point de vue déterminations qualitatives, on trouve actuellement de véritables recueils de pyrogrammes de polymères. La figure 3 représente des pyrogrammes de plusieurs butadiènes et polyisoprènes ; ces pyrogrammes ont été repris d'un travail qui en contient une cinquantaine correspondant à autant de polymères différents. Chacun de ces pyrogrammes présente un profil d'élution caractéristique et, par comparaison, il est possible d'identifier un polymère inconnu à partir de son pyrogramme obtenu dans des conditions identiques à celles qui ont été observées pour l'obtention de ces tables.

Wat kwalitatieve bepaling aangaat vindt men tegenwoordig echte verzamelingen van polymeerpyrogrammen. Figuur 3 stelt de pyrogrammen voor van verschillende butadienen en polyisoprenen ; deze pyrogrammen komen uit een werk dat er een vijftigtal bevat aangaande evenveel verschillende polymeren. Elk van deze pyrogrammen heeft een eigen karakteristiek oplichtingsprofiel en de mogelijkheid bestaat om een onbekend polymeer uitgaande van zijn pyrogram te identificeren, op voorwaarde dat het pyrogram opgenomen is in dezelfde omstandigheden als die waaruit de tabellen zijn samengesteld.

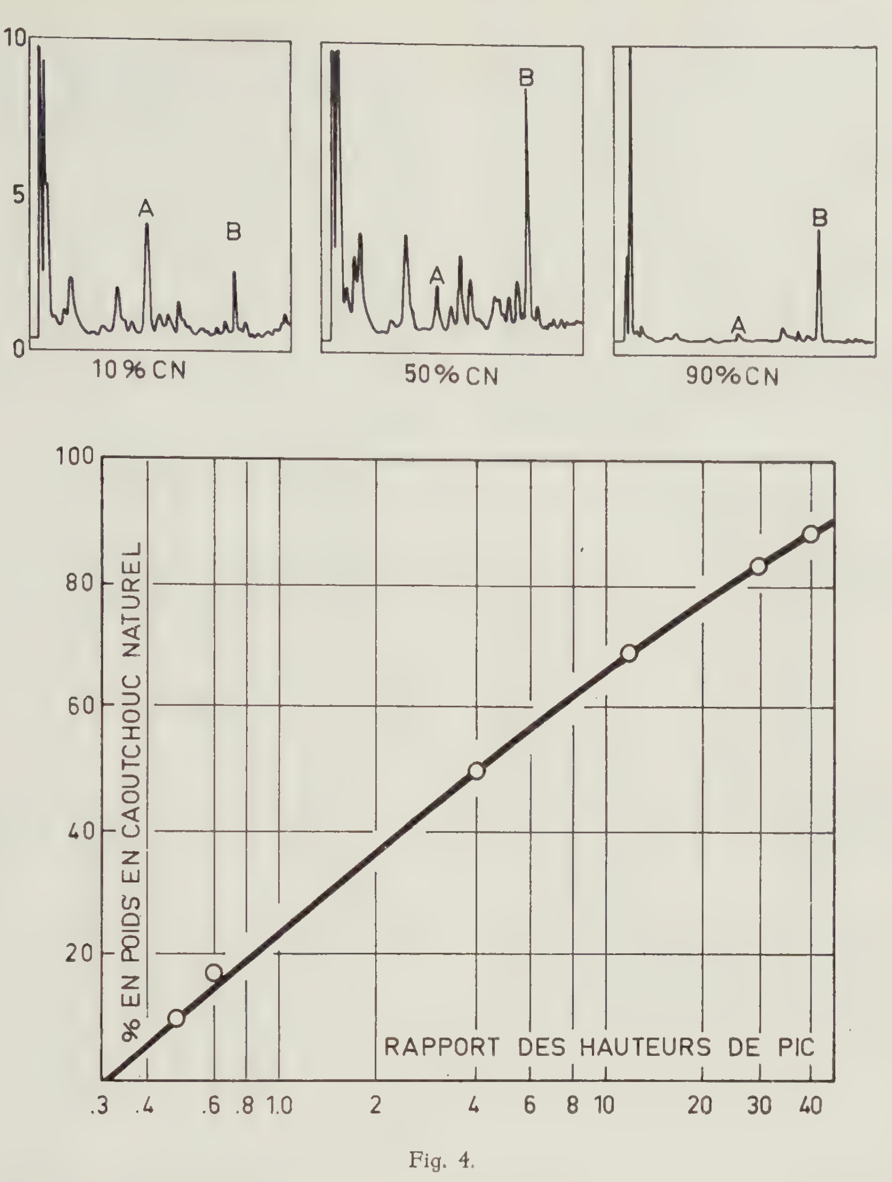


Fig. 4.

Détermination du pourcentage en poids en caoutchouc naturel (CN) dans des mélanges CN/Phillips Cis-4.

Bepaling van het gewichtspercentage aan natuurlijke rubber in mengsels NR/Phillips Cis-4.

(d'après - naar Cole et al. [4]).

% en poids en caoutchouc naturel : gewichtspercentage in natuurlijke rubber - rapport des hauteurs de pic : verhouding van de piekhoogten

En ce qui concerne l'analyse quantitative, la figure 4 montre un exemple de détermination de la composition de mélanges d'un polybutadiène Phillips Cis-4 et de caoutchouc naturel. En considérant les pics A pour le polybutadiène et B pour le caoutchouc et en portant dans un diagramme le rapport des hauteurs de ces pics en fonction du pourcentage en poids de caoutchouc naturel, on obtient une courbe régulière qui permet de trouver la composition en poids d'un mélange inconnu.

Betreffende de kwantitatieve analyse geeft figuur 4 een voorbeeld van het bepalen der samenstelling van mengsels van een polybutadieen en natuurlijk rubber. Let men op de pieken A voor het polybutadieen en B voor de rubber, en brengt men de verhouding der hoogten van deze pieken in functie van het gewichtspercentage in natuurlijke rubber in een diagram, dan bekomt men een regelmatige kromme waarmee men de gewichtssamenstelling kan vinden van een onbekend mengsel.

Ces exemples ont été extraits d'un article choisi parmi les dizaines d'autres qui traitent des polymères et qu'il est possible à l'heure actuelle de trouver dans la littérature. Mais, si la pyrolyse couplée à la chromatographie a pris naissance dans le domaine des polymères, elle est en train d'envahir de très nombreux domaines de l'analyse organique et nous allons essayer par quelques exemples de donner un aperçu de l'étendue de son champ d'application.

Tout comme les fibres synthétiques, les fibres naturelles peuvent être caractérisées par chromatographie pyrolytique. La figure 5 montre comment on peut distinguer facilement entre laine, coton et soie provenant de produits finis.

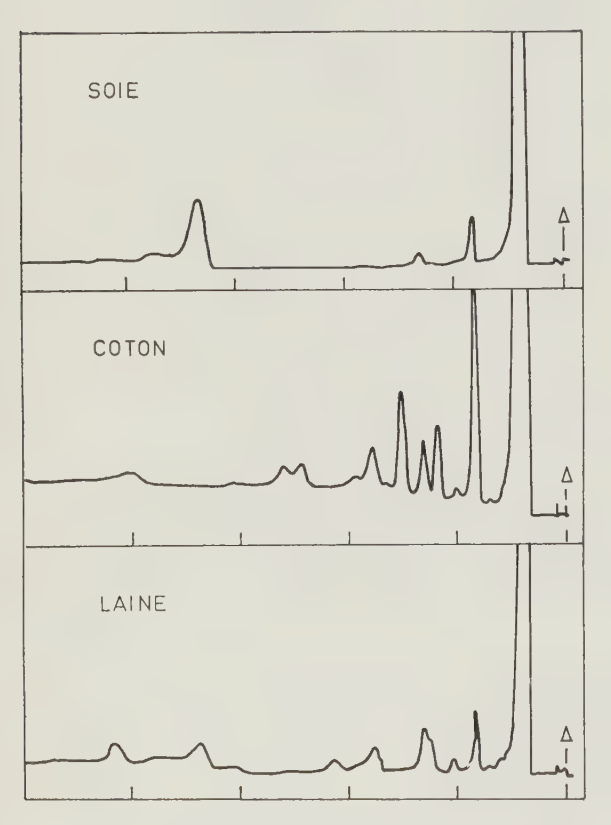


Fig. 5.

Pyrogrammes de fibres naturelles obtenus à partir de produits finis.

Pyrogrammen van natuurlijke vezels uit afgewerkte produkten.

(d'après - naar Groten [5]).

soie : zijde - coton : katoen - laine : wol

Dans un domaine tout différent, celui des insecticides, on peut relever de nombreuses applications. La figure 6 montre que la différenciation est possible entre les isomères ortho-para et para-para du D.D.T. Les différences entre les structures de ces deux isomères de position étant minimes, il ne faut pas s'attendre à des différences fondamentales dans

Deze voorbeelden komen uit een artikel dat gekozen werd tussen dozijnen andere die over polymeren handelen en die men thans in de literatuur vindt. Zo het echter waar is dat de pyrolyse gekoppeld aan de chromatografie ontstaan is in het gebied van de polymeren, is het niet minder waar dat ze bezig is talrijke gebieden van de organische analyse in te palmen ; wij gaan trachten door middel van enkele voorbeelden een idee te geven van de uitgestrektheid van dit toepassingsgebied.

Zowel als de synthetische vezels kunnen de natuurlijke vezels door pyrolytische chromatografie gekarakteriseerd worden. Figuur 5 toont dat er een duidelijk onderscheid bestaat tussen wol, katoen en zijde, afkomstig van afgewerkte produkten.

Talrijke toepassingen kunnen gevonden worden in een gans ander gebied, dat van de insectenbestrijdingsmiddelen. Figuur 6 toont dat het mogelijk is

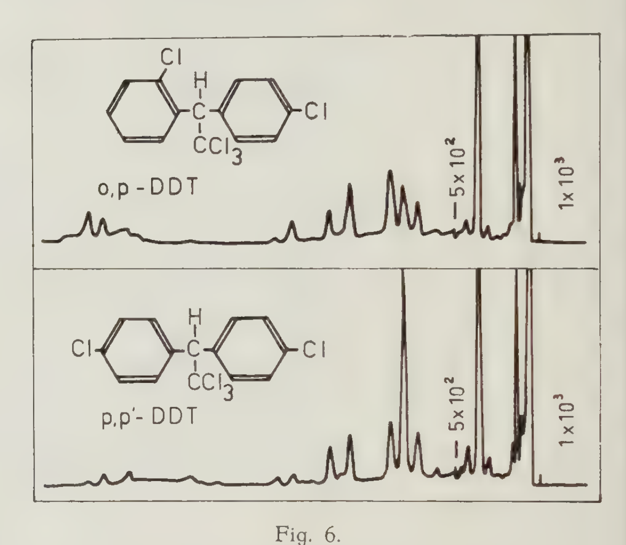


Fig. 6.

Différenciation entre les o.p et p.p' - DDT

Onderscheid tussen de o.p en p.p' - DDT.

(d'après - naar Cavenah et Johns [6]).

een onderscheid te maken tussen de ortho-para- en para-para-isomeren van D.D.T. Daar de structuurverschillen tussen deze twee liggingsisomeren klein zijn, moet men zich niet verwachten aan grote verschillen in de oplichtingsprofielen der pyrogrammen, maar dat belet niet dat bepaalde streken van deze pyrogrammen verschillen vertonen die van betekenis zijn. Figuur 7 geeft de pyrogrammen van endrine en dieldrine die dezelfde scheikundige formule hebben, vermits de endrine het endo-endo-isomeer is van 1, 2, 3, 4, 10, 10-hexochloro-6, 7-epoxy-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a-octohydro-1, 4, 5, 8-dimethanonaphtaleen, terwijl de dieldrine het endo-exo-isomeer daarvan is. Men ziet dezelfde pieken maar in een andere verhouding.

les profils d'élution des pyrogrammes, mais il n'empêche que certaines plages de ces pyrogrammes présentent des différences significatives. Dans la figure 7 sont représentés les pyrogrammes de l'endrine et de la dieldrine dont les formules chimiques sont identiques, l'endrine étant l'isomère endo-endo du 1, 2, 3, 4, 10, 10-hexachloro-6, 7-epoxy-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a-octahydro-1, 4, 5, 8-dimethanonaphtalène, tandis que la dieldrine est l'isomère endo-exo. On remarque que les mêmes pics sont présents mais que les rapports de leur hauteur sont souvent différents.

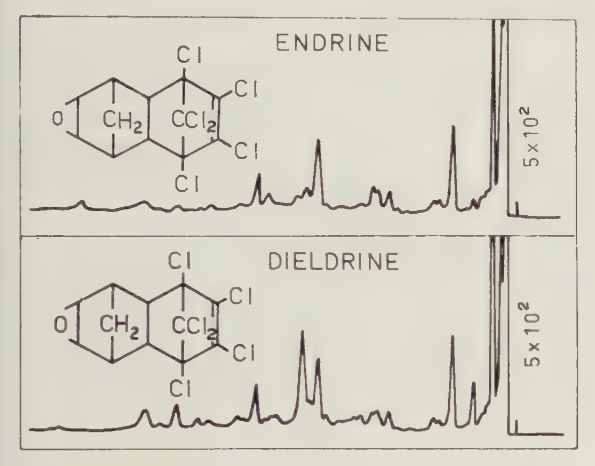


Fig. 7.

Comparaison des pyrogrammes de l'endrine et de la dieldrine.

Vergelijking der pyrogrammen van endrine en dieldrine. (d'après - naar Cavenah et Johns [6]).

De très nombreuses applications ont également été réalisées dans le cas de l'analyse de médicaments. On peut trouver, entre autres, des listes de pyrogrammes de barbituriques et d'alcaloïdes. La figure 8 permet de se rendre compte que deux barbituriques de structure presque identique, le rutonal et le luminal, donnent des pyrogrammes qui permettent de les différencier. Toujours dans le domaine des barbituriques, la figure 9 montre un pyrogramme obtenu à partir de la pyrolyse d'un extrait éthéré de l'urine d'un enfant qui avait avalé des comprimés de nature inconnue. La comparaison de ce pyrogramme et de celui correspondant au véronal ne laisse aucun doute quant à la nature des comprimés avalés.

Il serait possible d'allonger cette liste d'exemples. Des analyses de détergents, peintures, vernis, colorants, huiles minérales et végétales et bien d'autres ont été réalisées et plusieurs articles généraux et revues bibliographiques [8] [9] [10] [11] [12] permettent de se rendre compte que le domaine d'application de la méthode est vraiment très varié.

Mais il n'est pas qu'en chimie analytique proprement dite que la pyrolyse couplée à la chromatogra-

Zeer talrijk zijn ook de toepassingen in de geneesmiddelenanalyse. Er bestaan ondermeer lijsten van pyrogrammen van barbituurverbindingen en alkaloiden. Op figuur 8 ziet men hoe twee barbituurverbindingen die een haast identieke structuur hebben, rutonal en luminal, door hun pyrogrammen van elkaar kunnen worden onderscheiden. Nog betreffende de barbituurverbindingen geeft figuur 9

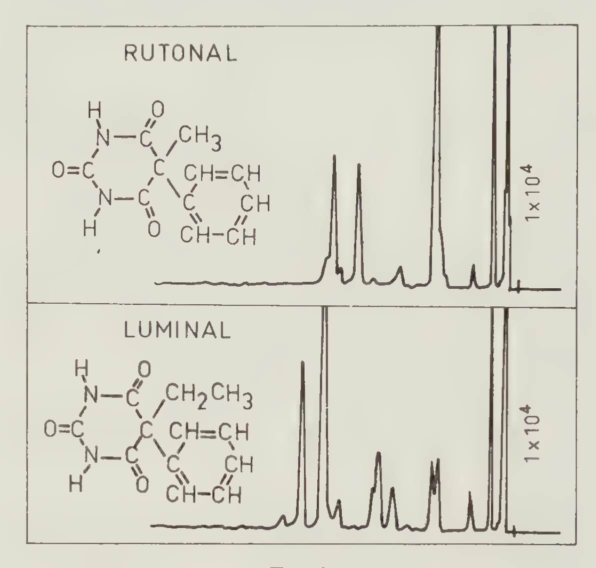


Fig. 8.

Différenciation entre les rutonal et luminal

Onderscheid tussen rutonal en luminal.

(d'après - naar Cavenah et Johns [6]).

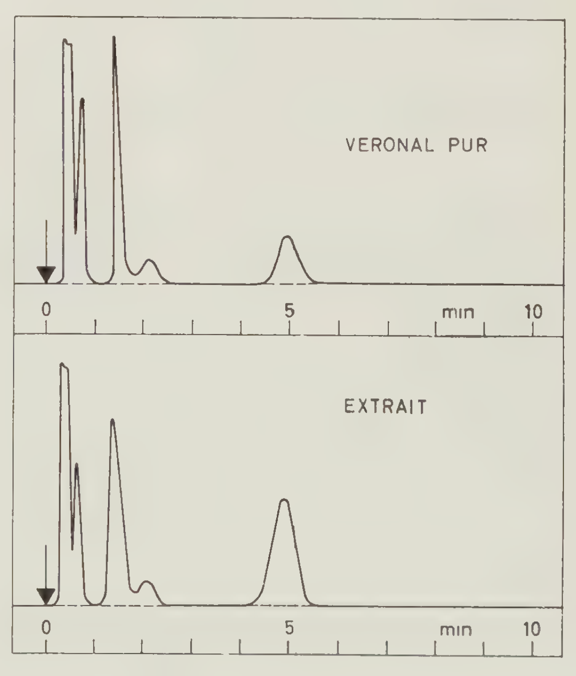


Fig. 9.

Identification du véronal dans l'urine d'un enfant.

Identificering van veronal in de urine van een kind.

(d'après - naar Janak [7]).

véronal pur : zuiver veronal - extrait : extract

phie en phase gazeuse se développe. Cette technique est à la base de méthodes d'examen rapide en médecine légale, toxicologie, biochimie et microbiologie.

En biochimie, par exemple, la plupart des acides aminés fournissent par dégradation thermique des composés qui sont caractéristiques des acides aminés initiaux. Dans la figure 10 sont représentés les pyrogrammes de trois acides aminés, les pics les plus caractéristiques correspondant au produit de décarboxylation.

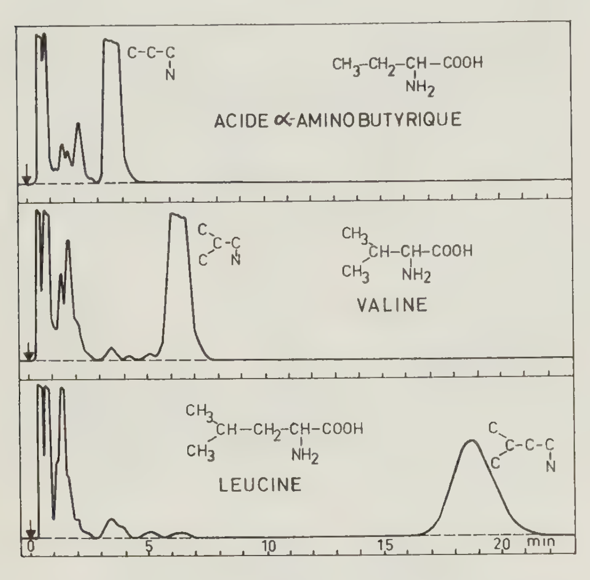


Fig. 10.

Dégradation chromatographique d'acides aminés.

Chromatografische afbraak van aminozuren.

(d'après - naar Janak [7]).

acide α-aminobutyrique : α-aminoboterzuur

En biochimie encore, comme on peut le voir dans la figure 11, des identifications de porphyrines, molécules renfermant quatre noyaux pyrrole ont été réalisées.

En microbiologie, la pyrolyse permet de différencier des souches assez voisines de microorganismes. Des essais ayant porté sur de très nombreuses souches ont montré que chacune fournissait son propre pyrogramme, bien différencié. La figure 12 donne un exemple de caractérisation de deux souches de Pseudomonas.

Enfin, pour conclure cette énumération non limitative, il faut signaler une application futuriste : c'est à l'aide de cette technique que les Américains se proposent de détecter la présence de substances organiques sur la lune. Ils projettent d'y envoyer un chromatographe avec unité de pyrolyse qui traiterait des échantillons obtenus par forage. Les informations seraient ensuite transmises à la terre.

het pyrogram uit een eterextract van urine van een kind dat tabletten van onbekende samenstelling had ingeslikt. Vergelijkt men dit pyrogram met dat van veronal dan bestaat er geen twijfel meer over de aard van de ingenomen tabletten.

Deze reeks voorbeelden zou nog lang kunnen voortgezet worden. Er werden ontledingen uitgevoerd op detergenten, verf, vernis, kleurmiddelen, minerale en plantaardige oliën en talrijke andere stoffen, en uit talrijke artikels van algemene aard en bibliografische tijdschriften [8] [9] [10] [11] [12] blijkt dat de methode een waarlijk zeer verscheiden toepassingsgebied heeft.

De ontwikkeling van de pyrolyse gekoppeld aan de chromatografie in de gasfaze blijft echter niet beperkt tot de zuivere analytische scheikunde. Deze techniek vormt de basis van snelle onderzoeksmethoden in de wetsgeneeskunde, de vergiftenleer, de biochemie en de mikrobiologie.

In de biochemie is het bij voorbeeld zo dat de meeste aminozuren door thermische afbraak samenstellingen geven die kenmerkend zijn voor de oorspronkelijke aminozuren. Figuur 10 geeft de pyrogrammen van drie aminozuren, terwijl de meest

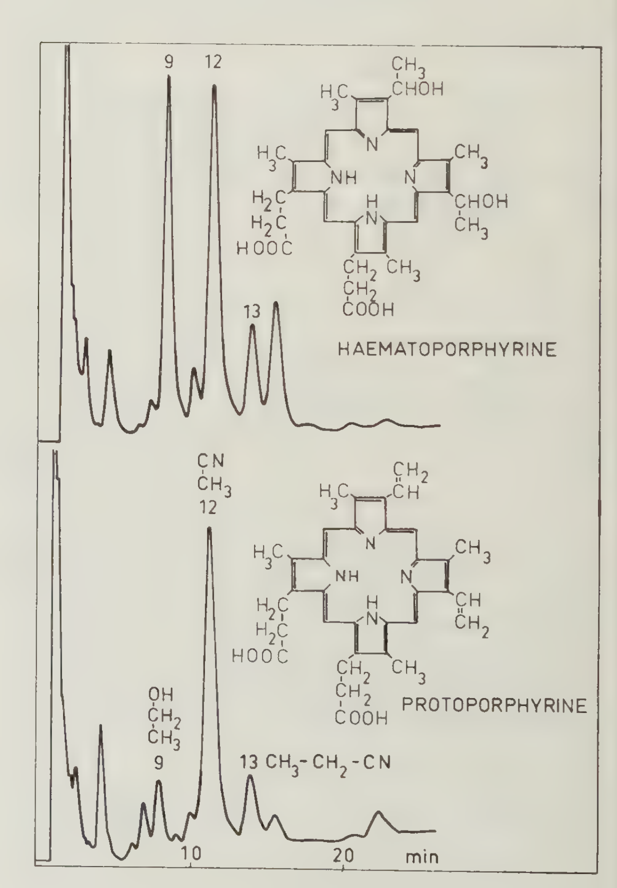


Fig. 11.

Pyrogrammes des haemato- et protoporphyrines.

Pyrogrammen van hemato en proto-porfyrinen.

(d'après - naar Levy [13]).

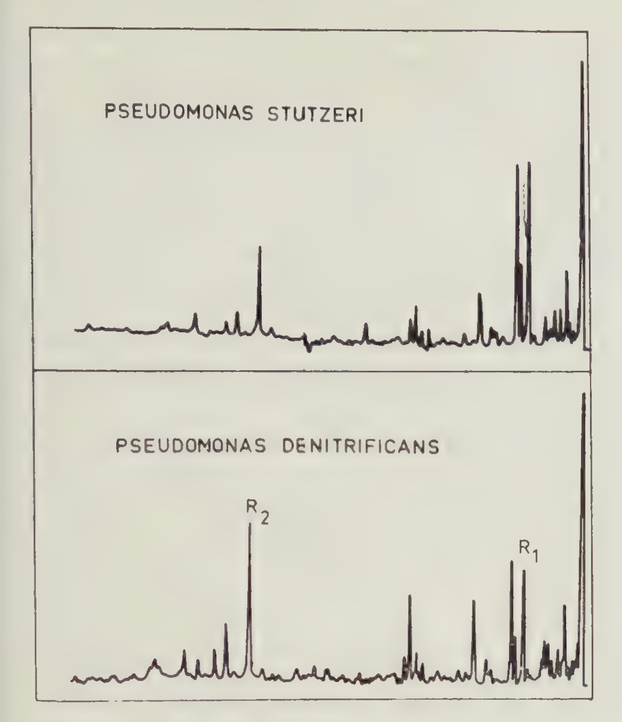


Fig. 12.
Pyrogrammes de deux espèces de Pseudomonas.
Pyrogrammen van twee soorten van Pseudomonas.
(d'après - naar Oyama [14]).

Pour en revenir à des considérations beaucoup plus terrestres, voici, pour terminer, un bref aperçu des applications que nous avons réalisées dans l'examen des houilles et de leurs dérivés, domaine dans lequel l'association pyrolyse-chromatographie n'a encore donné lieu qu'à de très rares applications. Il apparaît cependant que la pyrolyse de la houille réalisée dans ces conditions doit produire des goudrons peu craqués, susceptibles de fournir d'importantes indications d'ordre structurel. En effet, les vapeurs soustraites immédiatement du milieu réactionnel ne subissent guère de réactions secondaires et, de plus, aucune altération ultérieure n'est à craindre. C'est l'espoir de pouvoir établir des filiations entre les substances des goudrons et les structures présentes dans la houille, qui nous a amené à rechercher les possibilités d'application de la pyrolyse et de la chromatographie dans l'étude des houilles et de leurs dérivés. Par la suite, il est apparu qu'en dehors de recherches théoriques, cette technique pouvait également donner lieu à des applications beaucoup plus pratiques.

La technique que nous avons mise en œuvre pour réaliser la pyrolyse est celle du four. L'ensemble de l'appareillage est schématisé dans la figure 13. L'unité de pyrolyse consiste en un tube en quartz placé dans un four dont la température peut être réglée et mesurée ; la nacelle porte-échantillon représentée ici en position d'attente est avancée en posi-

karakteristieke pieken overeenstemmen met het produkt van de decarboxylering.

Nog in de biochemie kent ment, zoals figuur 11 aantoont, het identificeren van porfyrinen, molekulen met vier pyrolkernen.

In de mikrobiologie kan men met de pyrolyse het onderscheid maken tussen tamelijk weinig verschillende stammen van mikroorganismen. Uit proeven uitgevoerd op zeer talrijke stammen is gebleken dat ieder zijn eigen en duidelijk afgescheiden pyrogram had. Figuur 12 geeft een voorbeeld : de karakterisering van twee stammen van Pseudomonas.

Tenslotte moeten wij deze niet beperkende opsomming besluiten met een futuristische toepassing : de Amerikanen willen deze techniek gebruiken om organische stoffen op de maan op te sporen. Ze zijn zinnens er een chromatograaf met pyrolyseëenheid naartoe te zenden waarmee monsters moeten behandeld worden die door boring worden bekomen. De gegevens zouden vervolgens naar de aarde worden doorgeseind.

Wij keren terug naar meer aardse beschouwingen en geven om te eindigen een kort overzicht van de toepassingen die wij hebben doorgevoerd op het gebied van de kolen en hun nevenprodukten, domein waarin de combinatie pyrolyse-chromatografie nog slechts zeer zelden aangewend werd. Toch schijnt het dat de pyrolyse van de kolen, in die bepaalde voorwaarden doorgevoerd, het ontstaan moet geven aan weinig gekraakte teersoorten, waaruit belangrijke inlichtingen van structurele aard kunnen bekomen worden. De dampen die rechtstreeks uit het reactiemidden worden bekomen hebben immers geen enkele secundaire reactie ondergaan en bovendien is ook geen enkele latere ontaarding te vrezen. Wij hopen een verwantschap te vinden tussen de teerbestanddelen en de kolenstructuren, en het is deze hoop die er ons toe gebracht heeft de toepassingsmogelijkheden van de pyrolyse en de chromatografie in de gasfaze bij de studie van de steenkolen en hun nevenprodukten te gaan onderzoeken. Later hebben wij ondervonden dat deze techniek behalve op het vlak van de zuiver theoretische opzoekingen ook toepassingen vindt op meer praktisch gebied.

Wij hebben voor de pyrolyse de techniek van de oven gebezigd. De apparatuur wordt in haar geheel voorgesteld in figuur 13. De pyrolyseëenheid bestaat uit een kwartsbuis die geplaatst wordt in een oven waarvan de temperatuur kan worden geregeld en gemeten. Het schaaltje met het monster, dat hier in de wachtpositie wordt getekend, wordt langs magnetische weg vooruitgebracht tot in de stand voor de

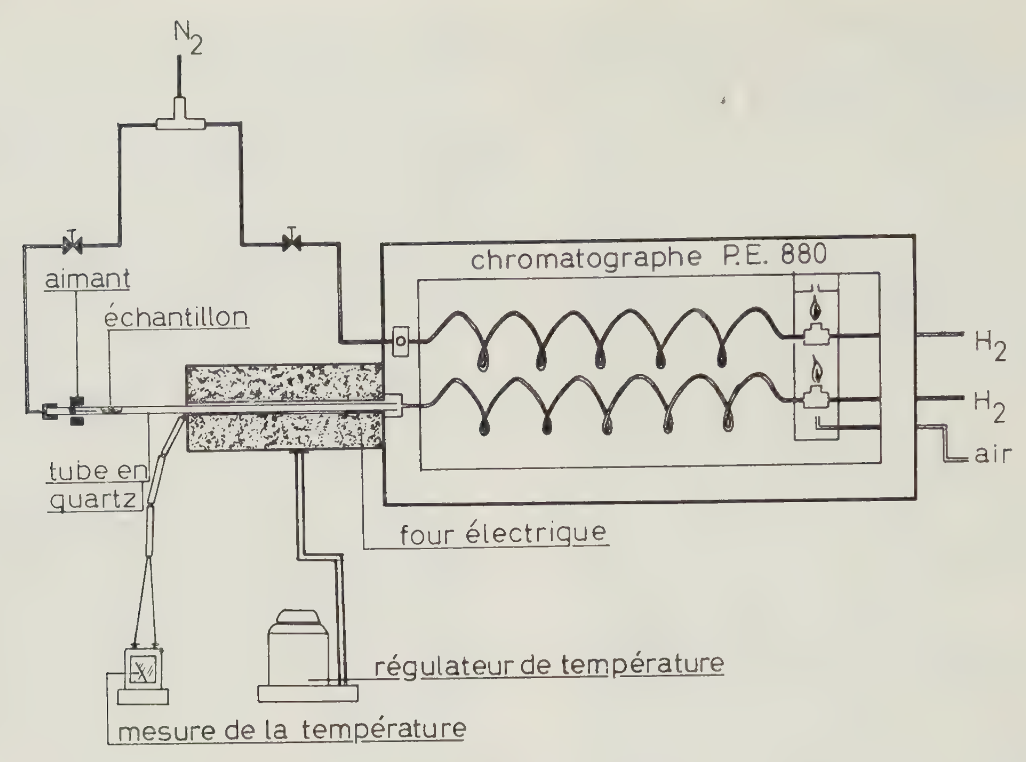


Fig. 13.

Pyrolyse-flash des houilles et dérivés : schéma de l'appareillage.

Pyrolyse-flash van steenkolen en hun nevenprodukten : schema van de apparatuur.

(d'après - naar Bricteux [15]).

aimant : magneet - échantillon : monster - tube en quartz : kwartsbuis - mesure de la température : temperatuurmeter - air : lucht - four électrique : elektrische oven - régulateur de température : temperatuurregelaar - chromatographe : chromatograaf

tion de pyrolyse à l'aide d'un système magnétique. Le tube est raccordé à un chromatographe Perkin-Elmer, modèle 880, équipé d'un programmateur et d'une double colonne avec double détection par ionisation de flamme. Un des courants de gaz porteur est dérivé par le tube de façon que les produits de pyrolyse soient entraînés directement sur la colonne. Ce dispositif et les conditions opératoires que nous avons adoptées nous ont permis, en mettant en œuvre des quantités d'échantillon égales à environ 20 milligrammes, d'analyser des hydrocarbures aliphatiques renfermant jusqu'à 17 atomes de carbone et ceci, avec une reproductibilité excellente.

Avant de donner un exemple d'application dans le domaine théorique, il est nécessaire de faire une digression sur la composition des houilles. En les examinant au microscope, on constate que les houilles ne sont pas homogènes, mais sont formées de constituants microscopiques élémentaires qui ont été appelés macéraux par analogie avec les minéraux des roches. Parmi les principaux macéraux, il faut citer la vitrinite et l'exinite. La vitrinite groupe les constituants qui se sont formés à partir des tis-

pyrolyse. De buis is verbonden met een chromatograaf Perkin-Elmer model 880 uitgerust met een programmator en een dubbele kolom met detectie door vlamionisatie. Een der stromen van het draaggas wordt langs de buis afgeleid zodat de pyrolyseprodukten rechtstreeks naar de kolom worden gevoerd. Met deze opstelling en in de werkvoorwaarden die wij opgesteld hebben kunnen wij in de monsters die een gewicht hebben van ongeveer 20 milligram alifatische koolwaterstoffen analyseren die tot 17 koolstofatomen bevatten, en dit alles is perfect reproduceerbaar.

Vooraleer een voorbeeld aan te halen van toepassing op het theoretisch vlak moeten wij even uitwijden over de samenstelling van de kolen. Onder de mikroskoop ziet men dat steenkolen niet homogeen zijn maar uit miskroskopische elementaire bestanddelen bestaan die maceralen genoemd werden naar analogie met de gesteentemineralen. Bij de voornaamste maceralen horen het vitriniet en het exiniet. Het vitriniet bevat die bestanddelen die ontstaan zijn uit de plantenvezels, het exiniet die die voort-

sus végétaux, tandis que l'exinite groupe ceux qui proviennent des membranes externes, riches en cire, des spores et des cuticules de feuilles de la végétation houillère. Les macéraux peuvent être séparés par différence de densité ou triés sous le microscope. Si l'on pyrolyse chacun de ces macéraux isolés d'une même houille, leurs pyrogrammes doivent présenter des différences caractéristiques. Et il en est bien ainsi, comme le montre la figure 14. Les profils de ces pyrogrammes montrent que, si les compositions qualitatives sont fondamentalement semblables, c'est-à-dire que l'on retrouve dans l'un et l'autre cas les mêmes pics, les compositions quantitatives sont par contre totalement différentes. A chaque niveau de carbone, il apparaît dans le cas de l'exinite un doublet caractéristique. Un des pics de ce doublet correspond à la paraffine, l'autre à l'oléfine à même nombre d'atomes de carbone. Ces deux pyrogrammes font ressortir immédiatement le fait que les structures paraffiniques sont beaucoup plus abondantes dans l'exinite, riche en cire. Les différences existant dans la composition des deux macéraux ressortent infiniment mieux de la comparaison des pyrogrammes qu'elles ne ressortent de la comparaison de leurs spectres infra-rouge qui sont représentés dans la figure 15.

komen uit de buitenste lagen met veel was, uit de sporen en de opperhuid der bladeren van de carboonplantenwereld. De maceralen kunnen gescheiden worden op grond van hun dichtheid of onder de mikroskoop uitgelezen. Worden al de maceralen van eenzelfde steenkolensoort gepyrolyseerd dan moeten hun pyrogrammen verschillende karakteristieken hebben. Dat dit ook zo is blijkt uit figuur 14. Zo uit deze pyrogrammen volgt dat de kwalitatieve samenstelling dezelfde is, dit wil zeggen dat men in de verschillende gevallen dezelfde pieken terugvindt, dan is de kwantitatieve samenstelling integendeel geheel verschillend. Voor elk koolstofniveau verschijnt voor het exiniet een karakteristiek dubbel merkpunt. Een der pieken van dit dubbel merkpunt komt overeen met de paraffine, de andere met de olefine met gelijk aantal koolstofatomen. Deze twee pyrogrammen doen reeds dadelijk uitkomen dat de paraffinische structuren veel overvloediger voorkomen in het exiniet dat veel was bevat. De verschillen in samenstelling tussen de beide maceralen komen oneindig veel beter uit door vergelijking van hun pyrogrammen dan door vergelijking van hun infrarode spectrums die op figuur 15 worden voorgesteld.

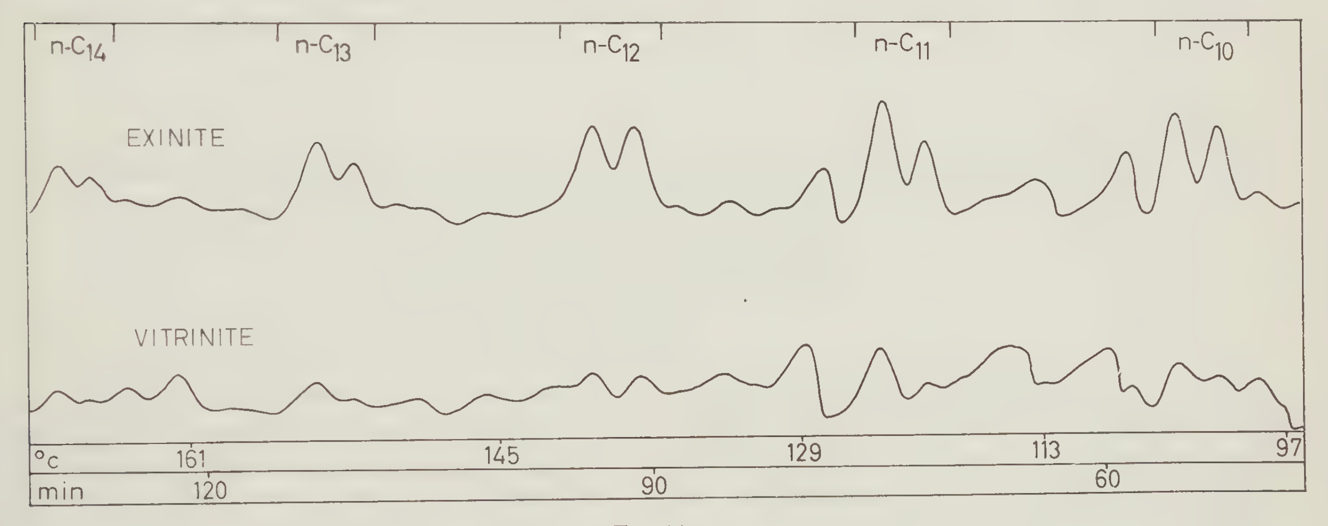


Fig. 14.

Pyrolyse à 500 °C d'exinite et de vitrinite isolées d'une houille de Ste-Fontaine.

Pyrolyse op 500 °C van exiniet en vitriniet uit een kolensoort van Ste-Fontaine.

(d'après - naar Bricteux [15])

Dans le domaine pratique, nous avons pyrolysé des brais de haute et basse température et la figure 16 montre ce que nous avons obtenu pour deux brais de haute température et deux brais de basse température. On remarque immédiatement que les pyrogrammes des deux brais de haute température présentent entre eux une grande ressemblance qualita-

Praktisch hebben wij hoge en lage-temperatuur-peksoorten gepyrolyseerd; figuur 16 geeft de uitslagen voor twee hoge- en twee lage-temperatuurpeksoorten. Men ziet onmiddellijk dat de twee pyrogrammen van de hoge-temperatuursoorten een sterke onderlinge gelijkenis vertonen en dat dit ook zo is voor de twee lage-temperatuursoorten. Een eenvou-

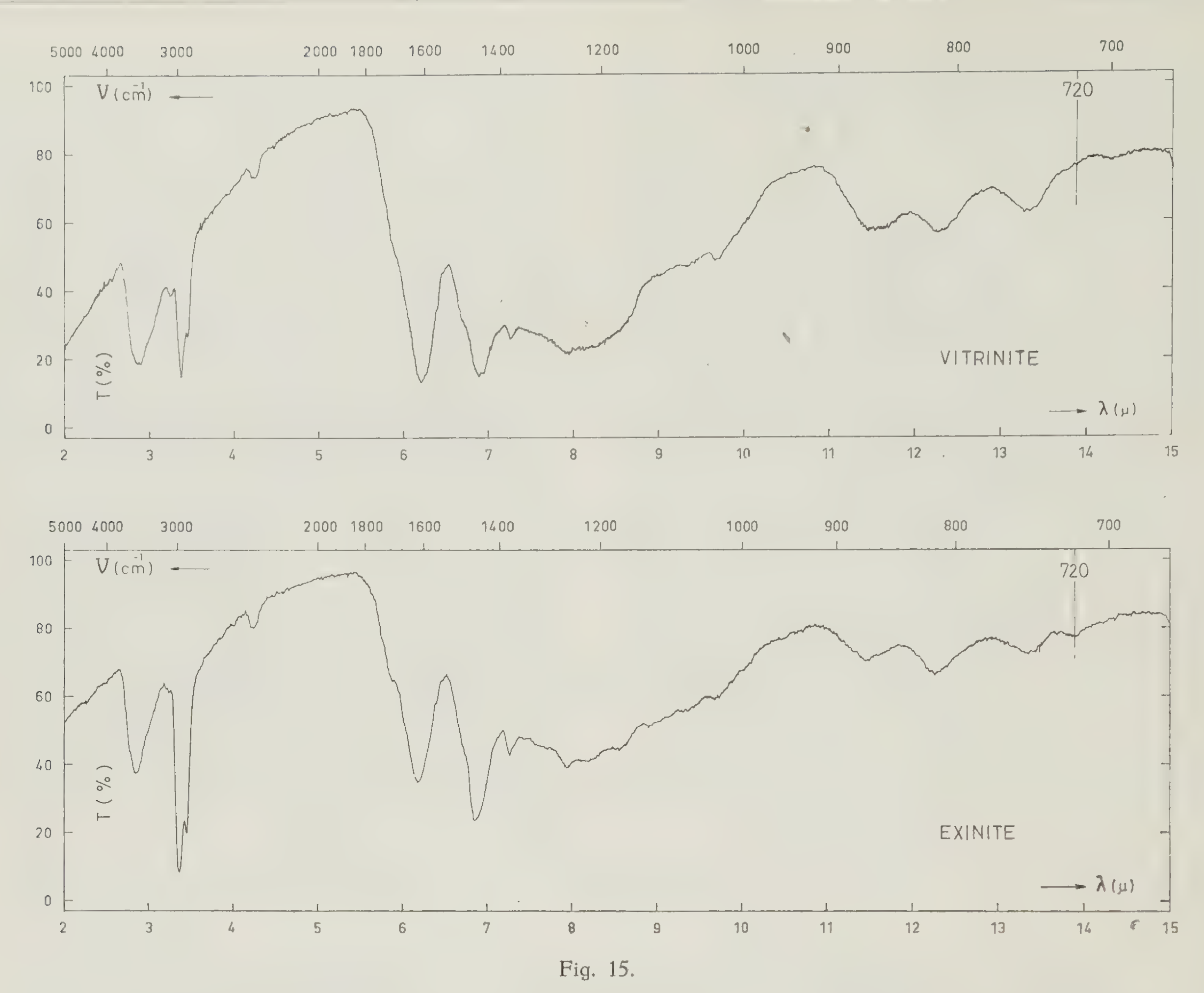


Fig. 15.

Comparaison des spectres infrarouges d'exinite et de vitrinite isolées d'une houille de Ste-Fontaine.
Vergelijking tussen de infraroodspectrums van exiniet en vitriniet uit steenkolen van Ste-Fontaine.
(d'après - naar Bricteux [16]).

tive et qu'il en est de même pour les deux brais de basse température. Une simple pyrolyse permettrait donc de faire la distinction entre les deux types de brais, ce qui peut être intéressant dans des problèmes de caractérisation de liants. Voici à propos de liants, et pour en terminer, un exemple d'application qui montre comment la chromatographie pyrolytique peut apporter une solution rapide à un problème assez complexe. Il s'agissait de déterminer si le même liant avait été employé pour la fabrication d'agglomérés de semi-coke de même origine, mais qui se présentaient sous deux aspects différents : un aspect brillant auquel correspondait un aggloméré dur et un aspect mat auquel correspondait un aggloméré friable. Après une suite d'opérations assez longues, qui comprenaient des extractions, des distillations et des examens par spectrographie infra-rouge, on était arrivé à la conclusion que le liant était le même, mais que les quantités mises en œuvre pour la fabrication des agglomérés étaient différentes. En

dige pyrolyse is dus voldoende om te zien met welke van de twee men te doen heeft hetgeen interessant kan zijn als het er op aan komt bindmiddelen te karakteriseren. Nu wij het over bindmiddelen hebben willen we om te eindigen een laatste voorbeeld geven waaruit blijkt dat de pyrolyse-chromatografie een betrekkelijk ingewikkeld probleem snel kan oplossen. Het ging er om vast te stellen of hetzelfde bindmiddel gebruikt was bij de fabricage van agglomeraten uit halfcokes van dezelfde oorsprong, en die toch een verschillend uitzicht hadden : het ene blinkend, met een hard agglomeraat, het andere mat, met een brokkelig agglomeraat. Na een lange reeks onderzoeken, waaronder extracties, destillaties en infrarood spectrografieën was men tot het besluit gekomen dat het bindmiddel hetzelfde was, maar dat de hoeveelheden die men voor de vervaardiging van de agglomeraten gebruikt had niet dezelfde waren. Als men deze agglomeraten pyrolyseert op



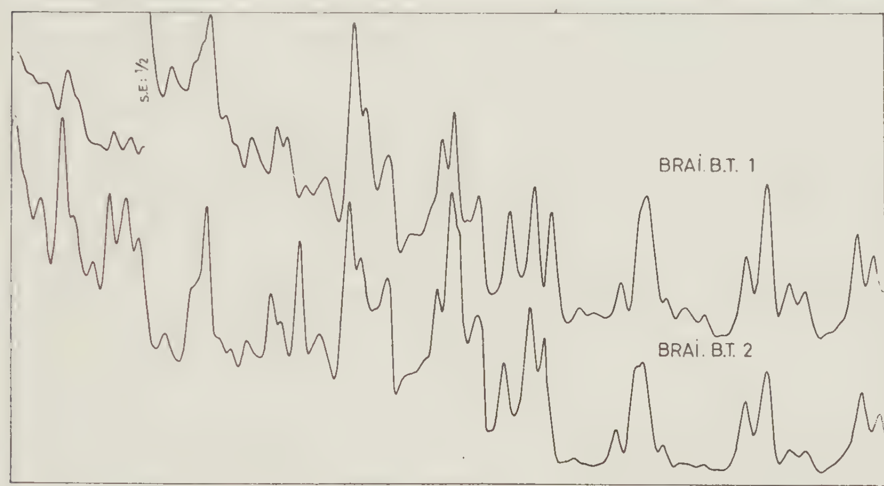


Fig. 16.

Pyrolyse à 500 °C de deux brais de haute température et de deux brais de basse température : comparaison des pyrogrammes.

Pyrolyse op 500 °C van twee hoge- en twee lage-temperatuurteersoorten : vergelijking van de pyrogrammen:

(d'après - naar Bricteux [17]).

brai : teer

pyrolysant directement ces agglomérés à 500 °C, on a obtenu, comme le montre la figure 17, des pyrogrammes tout à fait semblables qui permettaient en deux fois quatre-vingts minutes d'arriver aux mêmes conclusions.

Au cours de cet exposé, nous nous sommes surtout attachés, dans le cadre de ces journées, à mettre en évidence les possibilités de la chromatographie pyrolytique en chimie analytique et nous avons montré que, dans ce domaine, ces possibilités étaient multiples. Une abondante littérature se développe actuellement sur ce sujet. Cependant, les données que l'on y trouve, comme les recueils de pyrogrammes de polymères par exemple, sont difficilement comparables et ne sont en général valables que pour

500 °C bekomt men zoals uit figuur 17 blijkt twee volkomen gelijke pyrogrammen zodat men in tweemaal tachtig minuten tot dezelfde resultaten kon komen.

Wij hebben tijdens onze uiteenzetting vooral getracht, in het raam van deze dag, de mogelijkheden van de pyrolytische chromatografie aan te tonen voor de analytische scheikunde, en wij hebben bewezen dat de mogelijkheden op dat gebied veelvuldig zijn. Een overvloedige literatuur is bezig hierover te ontstaan. Toch zijn de gegevens die men erin vindt en bij voorbeeld de bundels pyrogrammen van isomeren moeilijk te vergelijken en gelden ze in het algemeen enkel voor het laboratorium waar ze

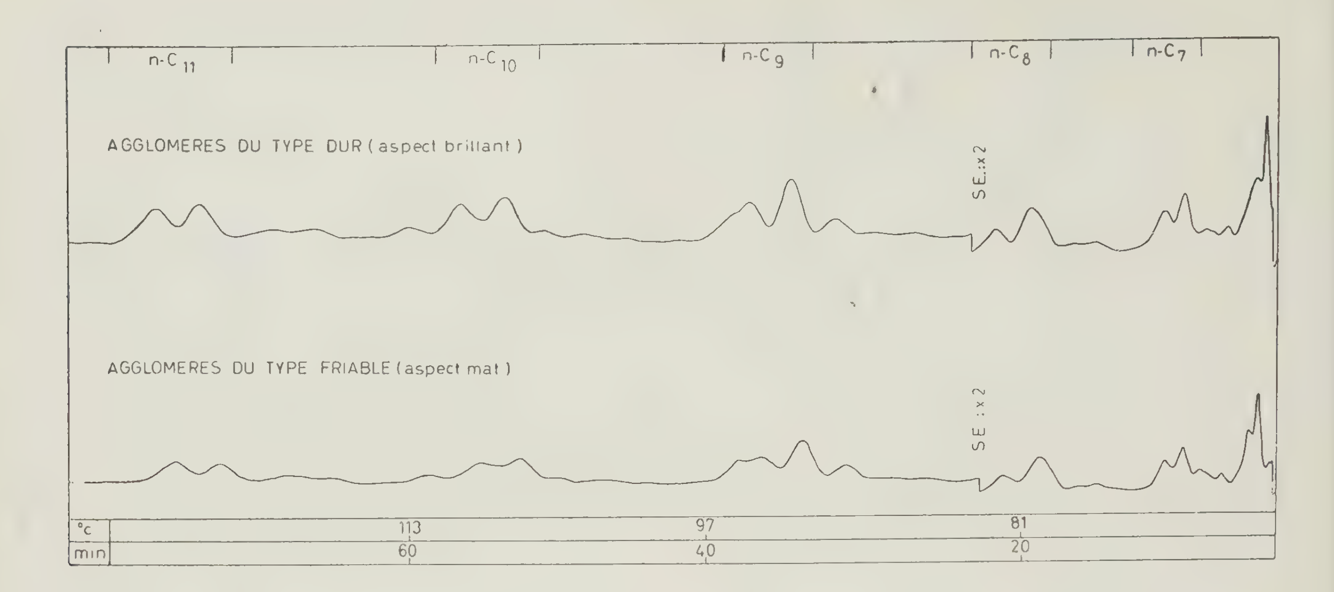


Fig. 17.

Pyrolyse à 500 °C de deux agglomérés de semi-coke : comparaison des pyrogrammes.

Pyrolyse op 500° C van twee agglomeraten uit halfcokes : vergelijking van de pyrogrammen.

(d'après - naar Bricteux [17]).

Agglomérés du type dur (aspect brillant) : agglomeraten van het harde type (blinkend uitzicht) - agglomérés du type friable (aspect mat) : agglomeraten van het brokkelige type (mat uitzicht).

le laboratoire qui les a établies. Ceci est dû au fait, d'une part, que les unités de pyrolyse sont dans la plupart des cas des appareils « home made » et, d'autre part, que les conditions d'examen chromatographique sont souvent très différentes. Des tentatives de standardisation sont actuellement en cours [18] [19] [20]. L'aboutissement de ces tentatives donnera une valeur beaucoup plus universelle aux résultats de la chromatographie pyrolytique. Et nous pensons que, dans ces conditions, cette technique qui ne nécessite pas un appareillage très coûteux, qui est facile à appliquer et qui apporte rapidement d'importantes données au départ de très faibles quantités d'échantillon finira par prendre une place de choix dans l'ensemble des techniques d'identification actuellement à la disposition de l'analyste.

werden opgemaakt. Dit komt van de ene kant doordat de pyrolyseëenheden meestal zelfgebouwde toestellen zijn en van de andere kant omdat de chromatografische omstandigheden vaak zeer uiteenlopen. Men is thans bezig met pogingen tot standardiseren [18] [19] [20]. Eenmaal deze pogingen tot een goed einde gebracht zullen de uitslagen van de pyrolytische chromatografie een veel meer universele waarde hebben. In dat geval zijn wij ervan overtuigd dat deze techniek, die geen dure apparatuur vergt, die gemakkelijk toe te passen is en die op snelle wijze belangrijke gegevens verstrekt uit zeer kleine hoeveelheden van het monster, uiteindelijk een zeer voorname plaats zal innemen tussen de identificeertechnieken die op dit ogenblik ter beschikking zijn van de analist.

BIBLIOGRAPHIE

[1] J. ZULAICA et G. GUIOCHON. — Bull. Soc. Chim. France. 4, 1343, 1966.

[2] C.B. HONAKER et A.D. HORTON. — J. Gas Chromatog. 3, 396, 1965.

[3] W. SIMON et H. GIACOBBO. — Angew. Chem. int. Edit. 4, 938, 1965.

[4] H.M. COLE, D.L. PETTERSON, V.A. SLAJAKA, D.S. SMITH. — Rubber Chem. and Techn. 39, 259, 1965.

[5] B. GROTEN. — Analyt. Chem. 36, 1206, 1964.

[6] R.C. CAVENAH et T. JOHNS. — The Analyser, Beckman Inst. Inc. Publ. VII, 3, sept. 1966.

[7] J. JANAK. — Gas Chromatography 1960, Butterworths Scient. Public. London, p. 387, 1960.

[8] J. DANDOY. — Ind. Chim. belge 27, 355, 1962.

[9] S.G. PERRY. — J. Gas Chromatog. 2, 54, 1964.

[10] R.W. McKINNEY. — J. Gas Chromatog. 2, 432, 1964.

[11] M. BEROZA et R.A. COAD. — J. Gas Chromatog. 4, 199, 1966.

[12] G.M. BRAUER. — J. Polymer Science, Part C. 8, 3, 1965.

[13] R.L. LEVY, H. GESSER, E.A. HALEVI et S. SAIDMAN. — J. Gas Chromatog. 2, 254, 1964.

[14] V.I. OYAMA et G.L. CARLE. — J. Gas Chromatog. 5, 151, 1967.

[15] J. BRICTEUX. — Annales des Mines de Belgique. 1543, déc. 1966.

[16] J. BRICTEUX. — Annales des Mines de Belgique. 1095, sept. 1966.

[17] J. BRICTEUX. — Annales des Mines de Belgique. 45, janv. 1967.

[18] R.L. LEVY. — J. Gas Chromatog. 5, 107, 1967.

[19] A.I.M. KEULEMANS et C.A.M.G. CRAMERS. — Gas Chromatography 1964, Elsevier Publ. Corp. Amsterdam, p. 154, 1965.

[20] M. VERZELE, K. VAN CAUWENBERGHE et J. BOUCHE. — J. Gas Chromatog. 5, 114, 1967.

Mesure du rapport de l'hydrogène aromatique à l'hydrogène aliphatique par spectrométrie infrarouge et relation entre l'hydrogène non aromatique et la température de ramollissement des houilles (*)

Het meten van de verhouding aromatische waterstof tot alifatische waterstof door infrarode spectografie en verband tussen niet-aromatische waterstof en temperatuur van het weekworden bij steenkolen (*)

W. FASSOTTE et M. SAUSSEZ

Institut National de l'Industrie Charbonnière
Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid

RESUME

Etude des spectres d'absorption infrarouges dans la région 3200 à 2700 cm⁻¹, de douze charbons dont la teneur en hydrogène varie de 3,70 à 5,77 %. Le rapports des coefficients d'extinction intégraux est estimé par deux méthodes basées d'une part, sur les rapports surfaces des bandes d'absorption de dix composés alkylaromatiques ou hydroaromatiques et, d'autre part, sur une optimalisation par rapport à une équation linéarisée, des résultats des mêmes mesures se rapportant aux douze charbons examinés. On établit une relation statistique en fonction de la teneur en hydrogène des charbons et elle est comparée aux résultats renseignés dans la littérature.

A partir de la fraction d'hydrogène aliphatique plus alicyclique, exprimée en pourcent de l'hydrogène total, on a tenté d'interpréter l'allure de la courbe de ramollissement thermique des houilles. Le mécanisme proposé est basé sur une dépolymérisation avec rupture de ponts méthyléniques, accompagnée d'une réaction compétitive des groupes hydroxyles.

SAMENVATTING

Studie van infrarode absorptiespectrums in de streek 3200 tot 2700 cm⁻¹, van twaalf steenkolensoorten met waterstofgehalten van 3,70 tot 5,77 %. De verhouding der coëfficiënten van volledige uitdoving wordt geschat volgens twee methoden die enerzijds gebaseerd zijn op de oppervlakteverhouding van de absorptiebanden van tien alkylaromatische of hydroaromatische bestanddelen, en anderzijds op een optimalisatie ten opzichte van een lineair gemaakte vergelijking van de resultaten derzelfde metingen betreffende de twaalf onderzochte steenkolensoorten. Er wordt een statistische vergelijking opgesteld in functie van het waterstofgehalte der steenkolen en deze vergelijking wordt vergeleken met de in de literatuur aangegeven resultaten.

Uitgaande van de alifatische en alicyclische waterstoffractie, uitgedrukt in procenten van de totale hoeveelheid waterstof, heeft men getracht een verklaring te geven voor de vorm van de kromme van het weekworden der steenkolen. Het voorgestelde mechanisme is gebaseerd op een depolymerisatie met breken van de methyleenbruggen, samen met een inwerkende reactie der hydroxylgroepen.

(*) Exposé présenté au colloque d'Essen (13-14 avril 1967) dans le cadre des « Recherches fondamentales dans le domaine de la chimie et de la physique des houilles et des cokes » subsidiées par la Haute Autorité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier.

(*) Uiteenzetting gehouden op het colloquium van Essen (13-14 april 1967) in het kader van de « Basisopzoekingen op het domein van de scheikunde en de fysica van kolen en cokes » gesubsidieerd door de Hoge Autoriteit van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal.

INHALTSANGABE

Die Infrarotabsorptionsspektren von 12 Kohlen mit einem Wasserstoffgehalt zwischen 3,70 und 5,77 % wurden im Bereich von 3200 bis 2700 cm^{-1} untersucht. Das Verhältnis der integralen Extinktionskoeffizienten wurde nach zwei verschiedenen Verfahren bestimmt, einmal nach dem Verhältnis der Flächen der Absorptionsbänder von 10 alkylaromatischen oder hydroaromatischen Verbindungen und zum anderen durch optimale Annäherung der für die 12 Kohlen gemessenen Ergebnisse an eine linearisierte Gleichung. Es wurde eine statistische Relation, abhängig vom Wasserstoffgehalt der Kohlen, aufgestellt und mit den aus der Literatur bekannten Ergebnissen verglichen.

Ausgehend vom Anteil des aliphatischen und alicyklischen Wasserstoffs, ausgedrückt in Prozent des Gesamtwasserstoffs, versuchte man den Verlauf der Erweichungskurve der Kohlen zu deuten. Der angenommene Mechanismus beruht auf der Vorstellung, dass es zu einer Depolymerisation unter Spaltung von Methylenbrücken bei konkurrierender Reaktion der Hydroxylgruppen kommt.

SUMMARY

A study of the infra-red spectra in the region of 3200 to 2700 cm^{-1}, of twelve coals in which the percentage of hydrogen varies between 3.70 and 5.77 %. The ratio of the integral extinction coefficients is assessed by two methods based firstly on the ratio of the integrated areas of the absorption bands of ten alkylaromatic and hydroaromatic compounds and, secondly, on an optimalization by reference to a linear equation, of the results of the same measurements related to the twelve coals examined. A statistical relation is established in function of the hydrogen contents of the coals and this is compared to the results given in literature.

From the fraction of aliphatic plus alicyclic hydrogen, expressed as a percentage of the total hydrogen, an attempt was made to interpret the curve of thermal softening of the coals. The mechanism proposed is based on a depolymerization with rupture of the methylene bridges, accompanied by a competitive reaction of the hydroxyl groups.

1. AVANT-PROPOS

On admet actuellement que la structure moléculaire des charbons évolués consiste en des arrangements variés d'anneaux aromatiques fusionnés, réunis les uns aux autres soit par des structures alicycliques ou encore des courtes chaînes aliphatiques, soit par des liaisons éthers aromatiques pour donner un assemblage du type polymère.

Dans les houilles dont la teneur en carbone est comprise entre 80 et 93 %, le carbone aromatique représenterait 70 à 85 % du carbone total ; celui engagé dans les structures hydroaromatiques et dans les chaînes aliphatiques diminuerait de 25 à 10 %, tandis que le carbone engagé dans les chaînes méthyles et qui ne représente que 7,5 à 5 % du carbone total resterait pratiquement constant avec cependant une légère diminution dans la région des charbons maigres [1].

L'étude de la distribution des trois formes de l'hydrogène : aliphatique - alicyclique, aromatique et hydroxylique est d'une grande importance, non seulement à propos de la connaissance fondamentale de la structure moléculaire des houilles, mais encore à propos de certaines caractéristiques technologiques des combustibles qui dépendent directement de l'hydrogène non aromatique. On peut citer, entre autres, l'indice de matières volatiles, le pouvoir ag-

1. VOORWOORD

Men neemt tegenwoordig aan dat de molekulenstructuur van geëvolueerde steenkolen bestaat uit wisselvallige groeperingen van versmolten aromatische kringen die met elkaar verbonden zijn ofwel met alicyclische structuren of korte alifatische ketens, ofwel met aromatische etherverbindingen om te komen tot een verbinding van het polymere type.

Bij de steenkolen met een koolstofgehalte van 80 tot 93 % zou de aromatische koolstof 70 tot 85 % van de totale koolstof vertegenwoordigen : de koolstof bevat in de hydro-aromatische structuren zou afnemen van 25 tot 10 %, terwijl de koolstof bevat in de methlyketens, die slechts 7,5 % van de totale hoeveelheid koolstof hebben, praktisch constant zou blijven zij het ook met een lichte vermindering in de streek van de magere kolen [1].

De studie van de verhouding der drie vormen van de waterstof : alifatisch-alicyclisch, aromatisch en hydroxylisch, is van groot belang, niet alleen in verband met de grondkennis van de molekulenstructuur der steenkolen, maar ook in verband met zekere technologische kenmerken der brandstoffen die rechtstreeks afhangen van de niet-aromatische waterstof. Daarbij horen onder meer het gehalte aan vluchtige bestanddelen, het bakkend vermogen en

glutinant et les propriétés cokéfiantes. Ces renseignements peuvent encore être d'un grand intérêt pour les études relatives à la pyrolyse, l'oxydation et la déshydrogénation catalytique des charbons flambants.

De tous les procédés de mesures physiques, la spectroscopie infrarouge a été la plus largement utilisée pour l'étude de la répartition de l'hydrogène dans les charbons.

Récemment, plusieurs auteurs ont combiné les mesures de la spectroscopie infrarouge avec celles fournies par la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire. Malheureusement la mesure quantitative directe de la distribution de l'hydrogène par ce procédé n'est possible que pour des substances solubles dans des solvants appropriés.

L'exposé qui suit rend compte des renseignements obtenus par l'examen détaillé d'une région particulière des spectres infrarouges de charbons.

A l'aide de ces renseignements, on a tenté d'interpréter l'allure de la courbe du ramollissement thermique des houilles.

2. OBSERVATIONS PRELIMINAIRES

Avant d'aborder la discussion des résultats, rappelons que la technique de préparation de l'échantillon à soumettre à l'analyse spectrographique s'écarte du procédé habituel.

Les pastilles à examiner sont confectionnées en préparant un support de bromure de potassium sur lequel on comprime, sous vide, un mélange broyé titrant environ 5 % de charbon (**). L'épaisseur de la couche ainsi constituée est d'environ 100 μ.

Les spectres ont été enregistrés au moyen du spectrophotomètre Perkin-Elmer modèle 21 avec prisme en NaCl.

La figure 1 représente, à titre exemplatif, les spectres infrarouges de deux charbons de rangs différent dans la région 5000 à 650 cm^{-1}.

Le premier est celui d'un charbon gras d'indice de matières volatiles 24,2 %, le second celui d'un anthracite à 10,5 % de matières volatiles. Bien que d'allure générale assez semblable, les spectres présentent des variations significatives dans la plupart des bandes d'absorption.

Nous nous bornerons dans cet exposé à l'étude de la région du spectre comprise entre 3200 cm^{-1} et 2700 cm^{-1}.

(**) Durée minimum de broyage sous vide 2 h et dessiccation sous un vide partiel de 1 mm Hg dans un pistolet de séchage d'Abderhalden à 110° C pendant 12 h.

de eigenschappen voor de verkooksing. Bedoelde inlichtingen kunnen ook zeer nuttig zijn bij de studie over pyrolyse, oxydatie en katalytische dehydrogenatie van de vlamkolen.

De infrarode spectroscopie was van al de fysieke meetprocédé's datgene dat het meest gebruikt werd voor de studie van de verdeling der waterstof in de kolen.

Verschillende auteurs hebben onlangs de uitslagen van de infrarood spectroscopie gaan combineren met die van de magnetische kernresonnantiespectroscopie. Spijtig genoeg is de rechtstreekse kwantitatieve meting van de waterstof met dit procédé niet mogelijk behalve dan voor stoffen die in aangepaste oplosmiddelen kunnen worden opgelost.

In de volgende bladzijden wordt verslag uitgebracht over de uitslagen van een gedetailleerd onderzoek van een speciale strook uit de infrarode kolenspectrums.

Men heeft getracht met behulp van deze inlichtingen een inzicht te krijgen in de loop van de kromme van het thermisch weekworden der kolen.

2. VOORAFGAANDE OPMERKINGEN

Vooraleer de resultaten te bespreken herineren wij eraan dat er bij de voorbereiding van het monster dat aan de spectrografische analyse dient onderworpen, wordt afgeweken van het gebruikelijke procédé.

Voor de vervaardiging van de te onderzoeken tabletten maakt men een bed van kaliumbromide waarop in het luchtledige een gemalen mengsel dat ongeveer 5 % kolen bevat wordt gedrukt (**). De aldus gevormde laag heeft een dikte van ongeveer 100 μ.

De spectrums werden geregistreerd met behulp van een spectrofotometer Perkin-Elmer model 21 met prisma in NaCl.

Beeld 1 geeft bij wijze van voorbeeld de infrarode spectrums van twee kolensoorten van verschillende rang in de streek 5000 tot 650 cm^{-1}.

Het eerste is dat van een vette kolensoort met een gehalte aan vluchtige bestanddelen van 24,2 %, het tweede dat van een antracietsoort van 10,5 % vluchtige bestanddelen. Al hebben deze spectrums ongeveer hetzelfde algemeen uitzicht, toch ziet men ook belangrijke afwijkingen in de meeste absorptiebanden.

Wij zullen ons in deze uiteenzetting beperken tot de streek van het spectrum die begrepen is tussen 3200 en 2700 cm^{-1}.

(**) Minimum duur van het malen in het luchtledige 2 u. Drogen onder gedeeltelijk luchtledige van 1 mm Kwik in een droogkamer van Abderhalden op 110° C gedurende 12 u.

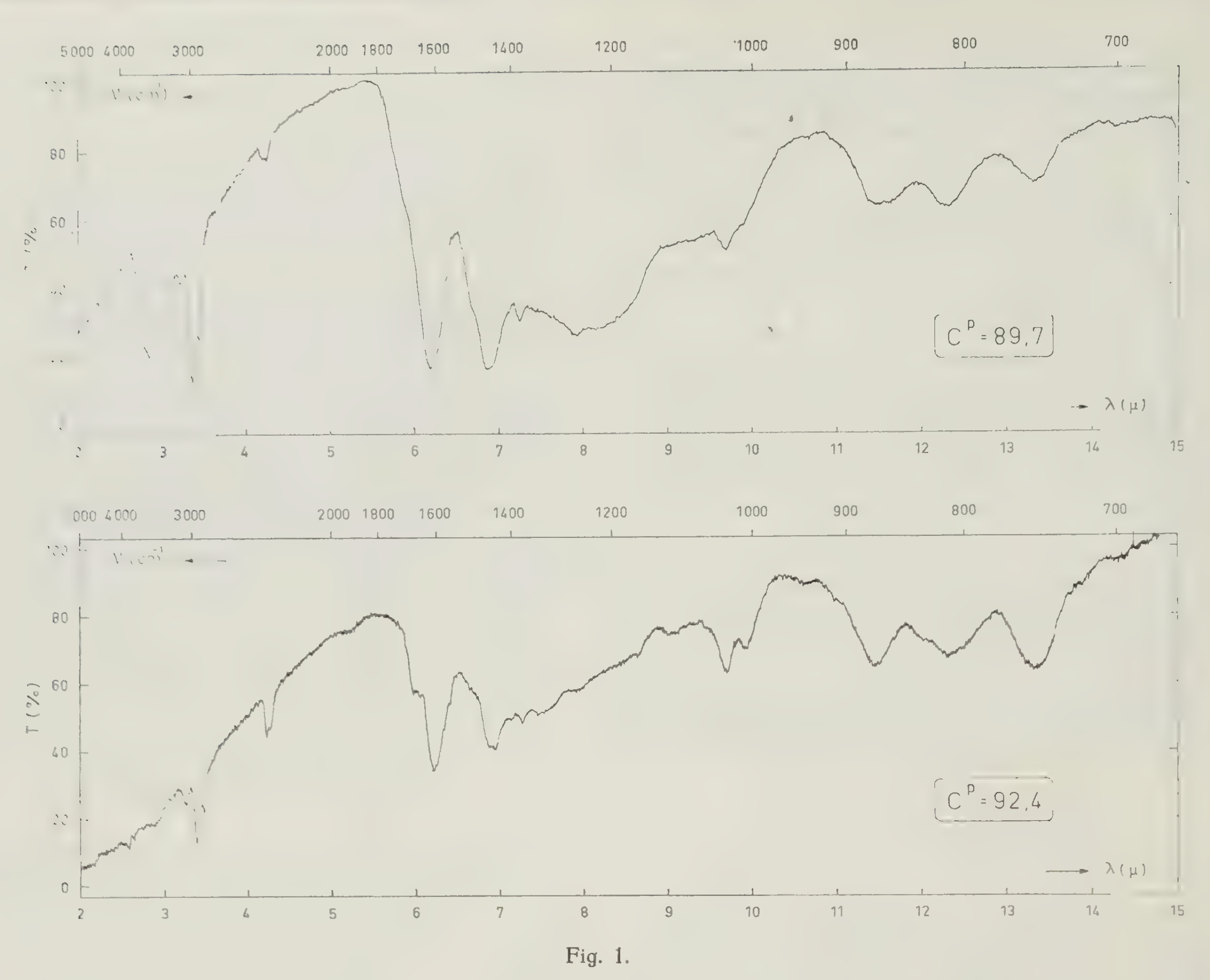


Fig. 1.

Spectres infrarouges types de deux charbons d'indice de matières volatiles 24,2 et 10,5 %.

Typen van infraroodspectrums van twee kolensoorten met gehalten aan vluchtige bestanddelen van 24,2 en 10,5 %.

3. MESURE DU RAPPORT DE L'HYDROGENE AROMATIQUE A L'HYDROGENE ALIPHATIQUE ET ALICYCLIQUE

La région précisée se rapporte essentiellement aux vibrations de valence C-H des divers types d'hydrogène, présents dans la structure moléculaire des houilles. Pour mesurer les proportions relatives de l'hydrogène aromatique à l'hydrogène aliphatique plus alicyclique, les deux massifs d'absorption ont été reproduits graphiquement (fig. 2) en utilisant comme ordonnée le logarithme de la transmission et comme abscisse une échelle linéaire des fréquences (100 cm^{-1} et 0,1 D = 5 cm).

Convenons de désigner par F_{ar}, la valeur de la surface planimétrée correspondant à l'absorption CH_{ar} localisée dans le domaine de fréquences 3020 - 3200 cm^{-1} et par F_{al}, celle relative à l'absorption CH_{al} située entre 2800 et 3050 cm^{-1}.

3. METING VAN DE VERHOUDING DER AROMATISCHE WATERSTOF TOT DE ALIFATISCHE EN ALICYCLISCHE WATERSTOF

Voornoemde streek heeft vooral betrekking op de trillingen van valentie C-H van de verschillende typen van waterstof die in de molekulenstructuur van de steenkolen aanwezig zijn. Om de verhoudingen te meten van de aromatische waterstof tot de som van de alifatische en de alicyclische waterstof werden de twee absorptiemassieven grafisch voorgesteld (fig. 2), met als ordinaat het logarithme der transmissie en als abscis een lineaire schaal van de frequenties (100 cm^{-1} en 0,1 D = 5 cm).

Wij spreken af van met F_{ar} de waarde aan te duiden van de oppervlakte, overeenkomend met de absorptie CH_{ar} gelokaliseerd in het gebied der frequenties 3020 - 3200 cm^{-1}, en met F_{al} de waarde overeenkomend met de absorptie CH_{al} gelegen tussen 2800 en 3050 cm^{-1}. Tussen de twee uiterste gevallen van figuur 2 neemt F_{ar} toe van 12 tot ongeveer 20 terwijl F_{al} afneemt van 200 tot 30 cm^2. In

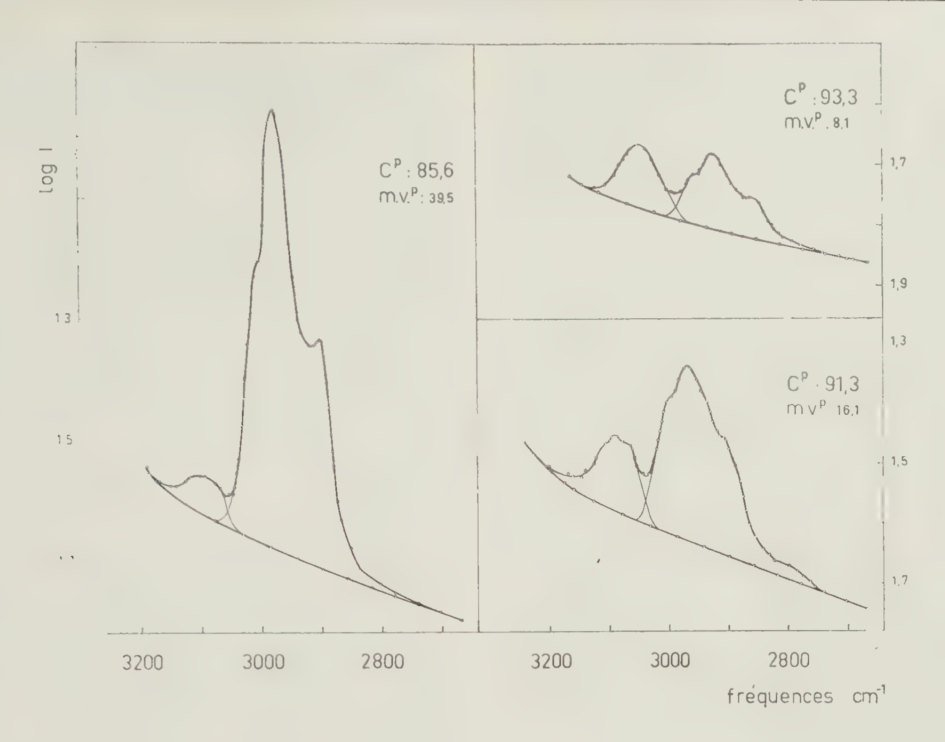


Fig. 2.

Allure de l'intensité des bandes de valence CH entre 2700 et 3200 cm^{-1} en fonction du rang.

Intensiteitsverloop der banden van valentie CH tussen 2700 en 3200 cm^{-1} in functie van de rang.

TABLEAU I — TABEL I.

N° d'ordre Volgnummer	H^p (%)	F_{al} (cm^2) (1)	F_{ar} (cm^2) (2)	F_{ar}/F_{al}	H_{ar}/H_{al} (3)
A.D. 71	5.77	190,2	11,8	0,062	0,21
		118,5	5.8	0,049	0,16
		154,1	7,7	0,050	0,17
A.D. 59/0	5.59	100.5	10,6	0,105	0.35
A.D. 69	5.36	146,5	13,0	0,089	0,30
206^B	5.32	95.2	11,0	0,116	0,39
		103,8	10,8	0,104	0,35
		124,2	12,5	0,101	0,34
A.D. 59/1	5.22	119.3	19,4	0,163	0,54
A.D. 70	4.91	98,0	15,6	0,159	0,53
A.D. 59/2	4.89	90,3	17.5	0,194	0,65
A.D. 72	4.34	93,8	27,1	0,289	0,96
		98,2	28,2	0,287	0,96
A.D. 59/3	4.37	100,8	31,0	0.308	1,03
55^B	4,20	49,6	17,2	0.347	1,16
A.D. 59/4	4,14	39,6	17,8	0.449	1,50
A.D. 59/5	3.70	33.5	20,6	0,615	2,05

(1) et (2) Intensités intégrées des vibrations de valence C-H à 2850/2920 et 3030 cm^{-1} (éch. 0.1 D = 5 cm et 100 cm^{-1} = 5 cm).

(3) Rapports des nombres d'atomes calculés à partir d'une valeur constante du rapport des coefficients d'extinction spécifiques intégraux : $\varepsilon^*_{ar}/\varepsilon^*_{al}$ = 0,30, déduit du calcul statistique.

(1) en(2) : Geïntegreerde intensiteiten der trillingen van valentie C-H bij 2850-2920 en 3030 cm^{-1} (schaal 0,1 D = 5 cm en 100 cm^{-1} = 5 cm).

(3) Verhouding van de atoomgetallen berekend vertrekkend van een vaste waarde van de verhouding der integrale specifieke uitdovingscoëfficiënten : $\varepsilon^*_{ar}/\varepsilon^*_{al}$ = 0,30, afgeleid van de statistische berekening.

Dans les deux cas extrêmes de la figure 2, F_{ar} croît de 12 à 20 cm² environ tandis que F_{al} décroît de 200 à 30 cm². En d'autres termes, le rapport des surfaces F_{ar}/F_{al} croît approximativement de 1/20 à 12/20. Le tableau I donne les rapports par ordre décroissant des teneurs en hydrogène pour les échantillons examinés.

Ces valeurs, qui représentent le rapport des intensités intégrales, doivent être multipliées par l'inverse du rapport des coefficients d'extinction spécifiques intégraux pour obtenir le rapport des nombres respectifs d'atomes d'hydrogènes aromatiques et aliphatiques plus alicycliques, c'est-à-dire :

andere woorden, de verhouding van de oppervlakten F_{ar}/F_{al} neemt ongeveer toe van 1/20 tot 12/20. Tabel I geeft in dalende volgorde de verhouding van de waterstofgehalten van de onderzochte monsters.

Deze waarden, die de verhouding daarstellen van de totale intensiteiten, moeten vermenigvuldigd worden met het omgekeerde van de verhouding der integrale specifieke uitdovingscoëfficiënten om te komen tot de verhouding van de respectieve atoomgetallen van de aromatische waterstof enerzijds en van de alifatische en de alicyclische waterstofatomen anderzijds, als volgt :

$$F_{ar}/F_{al} \times \varepsilon^*_{al}/\varepsilon^*_{ar} = H_{ar}/H_{al} \quad (1)$$

Ainsi, pour déterminer H_{ar}/H_{al}, il est nécessaire de connaître le rapport $\varepsilon^*_{al}/\varepsilon^*_{ar}$.

Dans notre première méthode de calcul, nous envisageons le problème inverse, en partant des spectres infrarouges d'un certain nombre de composés alkylaromatiques et hydroaromatiques.

Le tableau II donne la nomenclature des composés organiques choisis.

Zodoende moet men voor de bepaling van H_{ar}/H_{al} de verhouding kennen van $\varepsilon^*_{al}/\varepsilon^*_{ar}$.

Bij onze eerste berekeningsmethode benaderen wij het probleem in omgekeerde zin, uitgaande van de infrarode spectrums van een zeker aantal alkylaromatische en hydroaromatische verbindingen. Tabel II geeft de benaming van de gekozen organische verbindingen.

TABLEAU II — TABEL II.

Rapports des coefficients d'extinction spécifiques intégraux de quelques composés alkylaromatiques et hydroaromatiques.

Verhouding van de integrale specifieke uitdovingscoëfficiënten van enkele alkylaromatische en hydroaromatische verbindingen.

Composé organique — Organische verbinding [origine — oorsprong : (1) : Fluka, (2) : Light, (3) : G.F.T.]	Structure Structuur	H_{ar}/H_{al}	F_{ar}/F_{al}	$\varepsilon^*_{ar}/\varepsilon^*_{al}$
2 - Méthylanthracène (2) Methylantraceen		9/3	0,707	0,24
2 - Méthylfluorène (3) Methylfluoreen		7/5	0,625	0,45
6 - Ethylchrysène (2) Ethylchryseen		11/5	0,245	0,11
7,12 - Diméthylbenz (α) anthracène (1) Dimethylbenz (α) antraceen		10/6	0,938	0,56
1 - Méthylpyrène (3) Methylpyreen		9/3	0,401	0,13
9 - Ethylcarbazole (2) Ethylcarbasol		8/5	0,514	0,32
5,12 - Dihydrotétracène (3) Dihydrotetraceen		10/4	0,758	0,30
1,2 - Dihydropyrène (1) Dihidropyreen		8/4	0,422	0,21
4,5 - Benzoindane (3) Benzoindaan		6/6	0,284	0,28
1,2,6,7 - Tétrahydropyrène (2) Tetrahydropyreen		6/8	0,292	0,39

Les rapports des coefficients d'extinction spécifiques intégraux sont obtenus en déterminant expérimentalement les rapports F_{ar}/F_{al}.

Notons que l'hydrogène fixé sur la double liaison, dans le cas du 1,2-dihydropyrène et du 1,2,6,7-tétrahydropyrène, a été considéré comme hydrogène aromatique car la bande d'absorption correspondante se situe dans le même domaine de fréquence ($\sim$ 3019 cm^{-1}).

Les valeurs de $\varepsilon^*_{ar}/\varepsilon^*_{al}$ (col. 5) varient dans de larges limites et cela nous a incités à rechercher une autre méthode.

Cette seconde méthode est basée sur une optimalisation des résultats par rapport à une équation linéarisée.

La représentation graphique des valeurs du rapport des intensités intégrales F_{ar}/F_{al}, en fonction de la teneur en hydrogène total, donne une fonction décroissante dont la convexité est tournée vers l'axe des ordonnées. L'analyse de celle-ci indique qu'il s'agit d'une fonction fractionnaire que l'on peut aisément ramener sous une forme linéaire.

En effet, si l'on porte en fonction de l'hydrogène total le rapport $F_{ar}/k\ F_{al} + F_{ar}$ avec $0{,}1 < k < 0{,}5$, on obtient des droites de régression. On a choisi la valeur du coefficient k pour laquelle la dispersion, par rapport à la droite de régression, est minimale.

Le diagramme de la figure 3, coin supérieur droit, qui reprend la valeur des écarts-types de chacune

De verhouding der integrale specifieke uitdovingscoëfficiënten wordt bekomen door de proefondervindelijke bepaling van de verhouding F_{ar}/F_{al}.

Wij noteren dat de waterstof behorend tot de dubbele binding in het geval van het 1,2-dihydropyreen en van het 1,2,6,7-tetrahydropyreen beschouwd wordt als aromatische waterstof aangezien de overeenstemmende absorptieband gelegen is in dezelfde frequentiezone ($\sim$ 3019 cm^{-1}).

De waarden van $\varepsilon^*_{ar}/\varepsilon^*_{al}$ (kol. 5) schommelen tussen wijde grenzen hetgeen voor ons een aanleiding is geweest om een andere methode te zoeken.

Deze methode is gebaseerd op de optimalisatie van de resultaten ten opzichte van een lineair gemaakte vergelijking.

De grafische voorstelling van de waarden der verhouding van de integrale intensiteiten F_{ar}/F_{al} in functie van het totale waterstofgehalte levert een afnemende functie op, die convex ligt ten opzichte van de ordinaatassen. Een analyse ervan toont aan dat het gaat om een gebroken functie die gemakkelijk tot een rechtlijnige vorm kan teruggebracht worden.

Wanneer men de verhouding $F_{ar}/k\ F_{al} + F_{ar}$ met $0{,}1 < k < 0{,}5$ uitzet in functie van de totale waterstof, dan krijgt men dalende rechten. De factor k is zo gekozen dat de dispersie ten opzichte van de dalende rechte minimaal is.

Het diagram dat in figuur 3 in de rechter bovenhoek staat geeft de waarde der type-afwijkingen

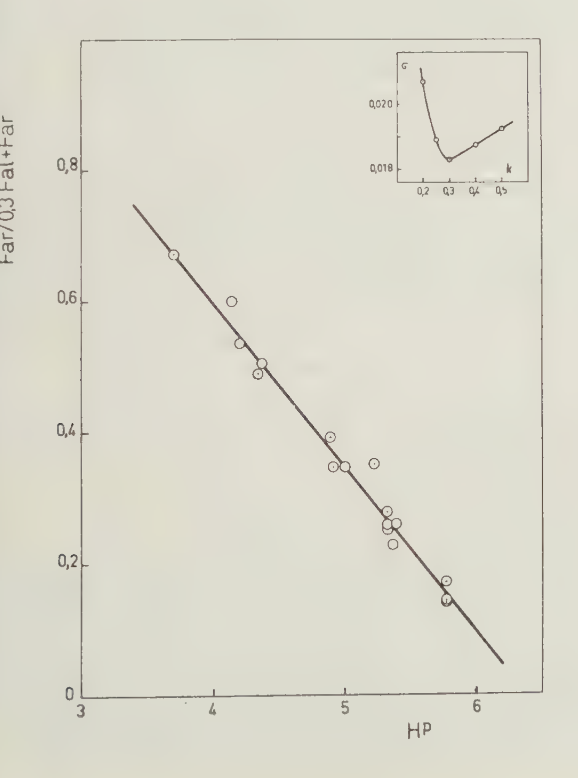


Fig. 3.

Ajustement linéaire du rapport de l'intensité intégrale des CH_{ar} à la somme des intensités intégrales CH ; l'intensité intégrale CH_{al} étant multipliée par un coefficient k = 0,3 dont la valeur a été déterminée en fonction de l'écart-type σ.

Lineaire voorstelling van de verhouding van de integrale intensiteit CH_{ar} tot de som der integrale intensiteiten CH ; de integrale intensiteit CH_{al} vermenigvuldigd met een coëfficiënt k = 0,3 waarvan de waarde werd bepaald in functie van de typeafwijking σ.

des droites de régression, indique une valeur minimale pour $k = 0{,}3$.

van elke dalende rechte en toont aan dat de kleinste waarde bereikt wordt voor $k = 0{,}3$.

L'équation de la droite de régression correspondant à cette valeur est :

De vergelijking der dalende rechte die met deze waarde overeenkomt luidt :

$$F_{ar}/0{,}3\ F_{al} + F_{ar} = 1{,}60 - 0{,}25\ H^p \qquad (2)$$

or cette dernière peut s'écrire :

en dit kan ook geschreven worden als volgt :

$$F_{ar}/0{,}3\ F_{al} + F_{ar} = f\,(H^p)$$

ou encore

en ook nog als volgt :

$$1 - f\,(H^p)/f\,(H^p) = 0{,}30\ F_{al}/F_{ar} = H_{al}/H_{ar} \qquad (3)$$

par conséquent $\varepsilon^*_{ar}/\varepsilon^*_{al} = 0{,}30$ puisque d'après (1) on a :

bijgevolg is $\varepsilon^*_{ar}/\varepsilon^*_{al} = 0{,}30$ want volgens (1) is

$$F_{al}/F_{ar} \times \varepsilon^*_{ar}/\varepsilon^*_{al} = H_{al}/H_{ar} \qquad (4)$$

La seconde méthode de calcul employée équivaut donc à une estimation statistique du rapport des coefficients d'extinction spécifique intégraux.

De tweede berekeningsmethode komt bijgevolg neer op een statistische schatting van de verhouding tussen de integrale specifieke uitdovingscoëfficiënten.

Dans ces conditions, la courbe statistique donnant la variation du rapport H_{ar}/H_{al} en fonction de l'hydrogène total peut être calculée aisément à l'aide de la relation (2). On obtient ainsi le tracé de la figure 4.

In dat geval kan de statistische kromme van de verandering der verhouding H_{ar}/H_{al} in functie van de totale waterstof gemakkelijk berekend worden met behulp van de vergelijking (2). Zo verkrijgt men de kromme van figuur 4.

Les charbons flambants dont les indices de matières volatiles sont compris entre 35 et 30 %, sont caractérisés par un rapport très petit dont la valeur moyenne varie de 0,30 à 0,40. Ce rapport vaut approximativement 1,0 pour les demi-gras, tandis que les anthracites sont caractérisés par un rapport beaucoup plus élevé ; il équivaut à environ 2,0 pour un indice de matières volatiles sur charbon pur égal à 8,5 %.

De vlamkolen waarvan het gehalte aan vluchtige bestanddelen gelegen is tussen 35 en 30 % worden gekenmerkt door een zeer kleine verhouding met een gemiddelde waarde van 0,30 tot 0,40. Deze verhouding is ongeveer 1,0 voor de half-vette kolen en veel hoger voor antraciet ; ze beloopt ongeveer 2,0 voor een gehalte aan vluchtige bestanddelen van 8,5 % op zuivere kolen.

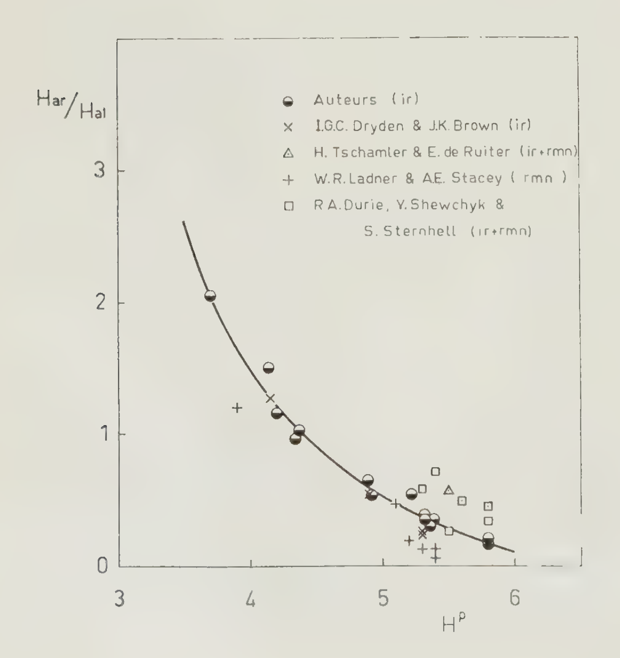


Fig. 4.

Accroissement du rapport de l'hydrogène aromatique à l'hydrogène aliphatique et alicyclique en fonction du rang et comparaison de la courbe statistique avec des résultats d'autres auteurs.

Toeneming van de verhouding van de aromatische waterstof tot de alifatische en alicyclische waterstof in functie van de rang en vergelijking van de statistische kromme met de resultaten bekomen door andere auteurs.

Dans la figure 4, la courbe statistique établie est comparée avec des valeurs obtenues par différents auteurs. Elle s'accorde remarquablement bien avec les valeurs observées par I.G.C. Dryden et J.K. Brown [2] [3], basées simplement sur des mesures de densités optiques à 3030 et 2920 cm^{-1}.

H. Tschamler et E. de Ruiter [4], ainsi que R.A. Durie, Y. Shewchyk et S. Sternhell [5], ont par contre combiné la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire et la spectroscopie infrarouge ; les données expérimentales fournies par la première méthode sont utilisées comme étalons pour calculer le rapport des coefficients d'extinction spécifiques intégraux.

Les valeurs expérimentales de W.R. Ladner et A.E. Stacey [6] proviennent exclusivement de mesures faites par spectroscopie de résonance magnétique nucléaire sur des distillats d'une carbonisation sous vide à basse température et sur des extraits au chloroforme d'échantillons soumis à un choc thermique à 440° C.

Nous avons eu l'occasion d'examiner les goudrons primaires issus d'une pyrolyse à basse température de deux échantillons, pour lesquels le rapport H_{ar}/H_{al} a été mesuré. Les valeurs expérimentales sont rassemblées dans le tableau III. L'analogie remarquable des rapports H_{ar}/H_{al} semble indiquer que la composition du produit primaire est étroitement liée à la nature du charbon de départ.

Les spectres d'absorption infrarouges présentent cependant plusieurs différences fondamentales (fig. 5) et principalement au niveau des bandes des vibrations de déformation CH dans ($-CH_2$) à 6,92 μ, ($-CH_3$) à 7,28 μ et (CH_{ar}) à 13,30 μ.

Des rapports H_{ar}/H_{al} identiques n'impliquent donc pas nécessairement une identité des spectres infrarouges. Cette constatation expliquerait, dans une certaine mesure, la dispersion importante des valeurs H_{ar}/H_{al} observées dans la région des charbons flambants.

In figuur 4 wordt de statistische kromme vergeleken met waarden die door andere auteurs bekomen werden. Ze komt merkwaardig goed overeen met de waarden die werden waargenomen door I.G.C. Dryden en J.K. Brown [2] [3], die enkel gebaseerd waren op optische dichtheidsmetingen bij 3030 en 2920 cm^{-1}.

Daarentegen hebben H. Tschamler en E. de Ruiter [4] evenals R.A. Durie, Y. Shewchyk en S. Sternhell [5] een combinatie gemaakt van de magnetische kernresonnantiespectroscopie en de infraroodspectroscopie ; de proefondervindelijke gegevens verstrekt door eerstgenoemde methode worden gebruikt als ijkwaarden voor de berekening van de verhouding tussen de integrale uitdovingscoëfficiënten.

De proefondervindelijke waarden van W.R. Ladner en A.E. Stacey [6] komen enkel voort uit metingen met magnetische kernresonnantiespectroscopie op destillaten van lage-temperatuurcarbonisatie in luchtledige en op chloroformextracten van stalen die onderworpen werden aan een thermische schok op 400° C.

Wij hebben de gelegenheid gehad twee primaire teersoorten te ontleden voortkomend van de lage-temperatuur-pyrolyse van twee monsters waarvoor de verhouding H_{ar}/H_{al} gemeten werd. De proefondervindelijke waarden worden verzameld in tabel III. De merkwaardige analogie tussen de verhoudingen H_{ar}/H_{al} schijnt erop te wijzen dat de samenstelling van het primaire produkt nauw in verband staat met de natuur van de steenkolen die als grondstof gebruikt werden.

De infrarode absorptiespectrums vertonen echter verschillende fundamentele verschillen (fig. 5), en voornamelijk ter hoogte van de banden der vervormingstrillingen CH ($-CH_2$) op 6,92 μ, ($-CH_3$) op 7,28 μ en (CH_{ar}) op 13,30 μ.

Een identieke verhouding H_{ar}/H_{al} betekent dus niet noodzakelijk een identiek infrarood spectrum. Dit feit zou een gedeeltelijke verklaring kunnen geven van de belangrijke dispersie der waarden H_{ar}/H_{al} die men waarneemt in de streek van de vlamkolen.

TABLEAU III — TABEL III.

	H^p (%)	F_{al} (cm^2)	F_{ar} (cm^2)	F_{ar}/F_{al}	H_{ar}/H_{al}
A.D. 70	4,91	98,0	15,6	0,159	0,53
Dist. 550° C/N_2	n.d.	135,9	20,0	0,147	0,49
A.D. 72	4,34	93,8	27,1	0,289	0,96
Dist. 550° C/N_2	n.d.	117,7	40,9	0,347	1,16

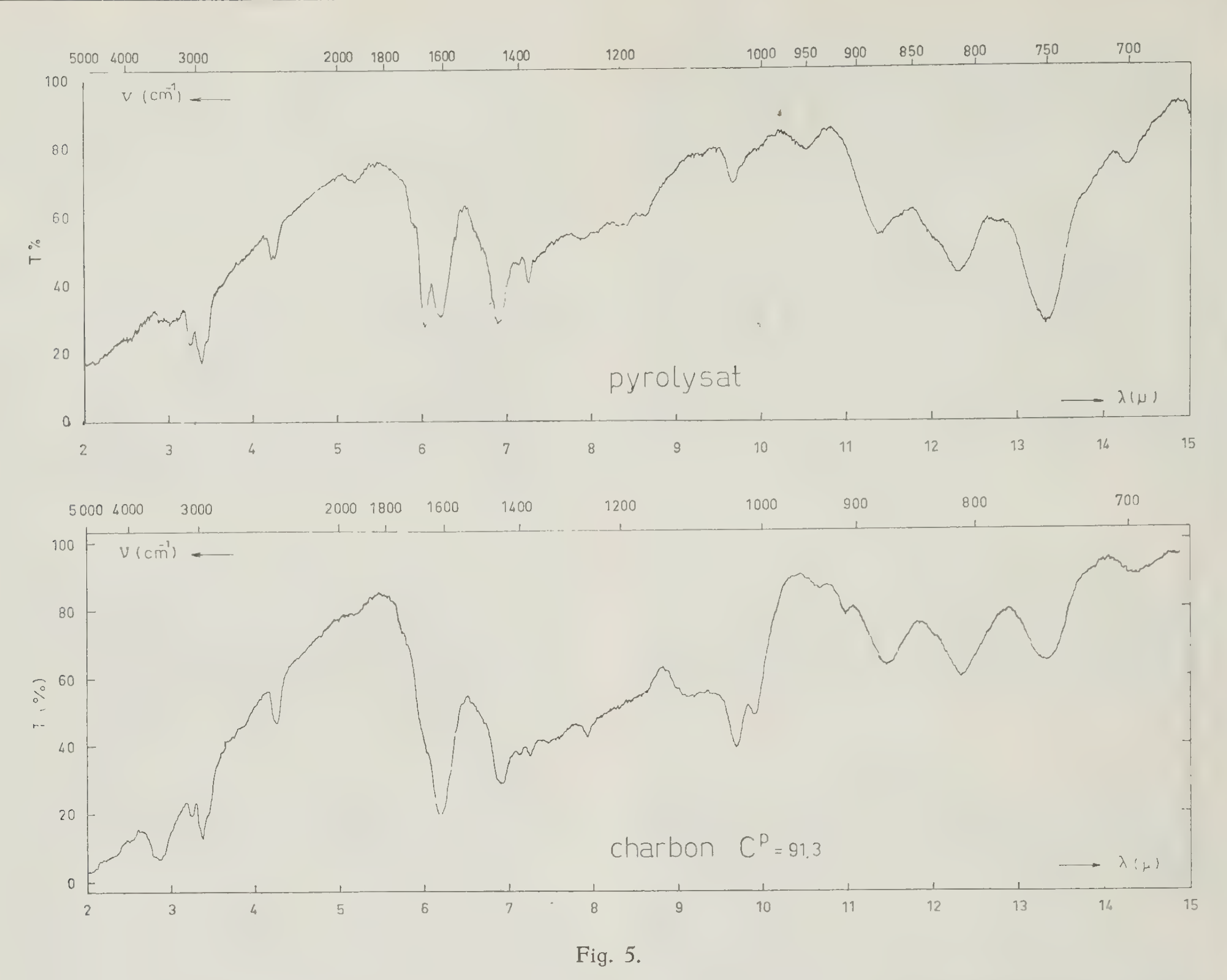


Fig. 5.

Comparaison des spectres infrarouges d'un charbon à 16,1 % de matières volatiles et du distillat solide provenant d'une pyrolyse rapide à 550 °C sous atmosphère d'azote.

Vergelijking van de infrarood spectrums van een kolensoort met een gehalte aan vluchtige bestanddelen van 16,1 % met hest vaste destillaat van een snelle pyrolyse op 550 °C onder stikstofatmosfeer.

4. RELATION ENTRE LE RAMOLLISSEMENT THERMIQUE ET L'HYDROGENE NON AROMATIQUE

Les études de la constitution chimique des charbons par les procédés d'extraction par solvants et les études cinétiques de leur décomposition ont démontré que les propriétés cokéfiantes dépendaient de la présence d'un matériau fusible, appelé par certains auteurs « principe cokéfiant », préexistant sous la forme d'unités constitutives d'un isogel mixte [7], ou appelé par d'autres « thermo-bitume » ou « métaplaste », résultant d'une décomposition thermique partielle ou d'une dépolymérisation [8] [9].

Selon la première théorie, le ramollissement thermique des charbons est essentiellement un processus physique de fusion et les unités du colloïde, responsables de la plasticité, sont fondamentalement différentes par leur taille moléculaire et par leur composition chimique. Elles sont, entre autres, caractérisées par un degré de saturation et de substitution plus élevé.

4. VERBAND TUSSEN HET THERMISCH WEEKWORDEN EN DE NIET-AROMATISCHE WATERSTOF

De studie van de scheikundige samenstelling van steenkolen, uitgevoerd met behulp van oplosmiddelen en de kinetische studie van de ontbinding ervan hebben aangetoond dat de geschiktheid voor cokesvorming afhangt van de aanwezigheid van een smeltbaar materiaal, dat door sommige auteurs « cokesvormend beginsel » genoemd wordt en dat zou aanwezig zijn onder de vorm van kleine eenheden van een gemengd isogel [7], terwijl anderen er de naam aan geven van « thermobitumen » of « meta-plast », dat het produkt zou zijn van een gedeeltelijke thermische ontbinding of een depolymerisatie [8] [9].

Volgens de eerste theorie is het thermisch weekworden van steenkolen in hoofdzaak een fysiek smeltingsverschijnsel, en wijken de colloïdale eenheden die de plasticiteit veroorzaken grondig af door hun molekulaire afmetingen en hun scheikundige

Or, malgré la présence de quantités plus importantes de matières aliphatiques et hydroaromatiques, on constate dans la région des charbons flambants une diminution importante des propriétés cokéfiantes et agglutinantes.

Les températures de ramollissement des flambants sont égales ou même supérieures à celles des charbons gras ayant des indices de matières volatiles compris entre 25 et 30 %.

On peut démontrer, à l'aide des données précédentes de la spectroscopie infrarouge, que l'allure en forme d'arc de parabole, traduisant les variations de la plupart de ces propriétés en fonction du rang, est le résultat de l'action conjuguée, d'une part, de la fraction d'hydrogène aliphatique et alicyclique et, d'autre part, de la fraction d'hydrogène hydroxylique.

L'exemple choisi concerne les températures de ramollissement (T_f), mesurées par une méthode analogue au procédé plastométrique Foxwell [10]. Ce procédé consiste à mesurer la pression motrice P, d'un gaz inerte à débit constant, en amont d'un lit de grains de charbon soumis à une élévation de température de 1° C minute.

La figure 6 représente l'allure de la variation de P en fonction de T. Nous avons admis conventionnellement que la température de ramollissement était

samenstelling. Ze hebben onder meer als kenmerk een hogere verzadigingsgraad en een hogere substitiegraad.

Welnu, in de streek van de vlamkolen, waar nochtans grotere hoeveelheden alifatische en hydroaromatische stoffen opgehoopt zijn, treedt een sterke vermindering op van de cokesvormende en samenkittende eigenschappen.

De temperaturen waarbij vlamkolen week worden zijn dezelfde of zelfs hoger dan bij vette kolen met een gehalte aan vluchtige bestanddelen gelegen tussen 25 en 30 %.

Met behulp van de hierboven besproken gegevens van de infrarode spectroscopie kan men aantonen dat de paraboolvorm die meestal eigen is aan de verandering dezer eigenschappen in functie van de rang het gevolg is van de gecoordineerde werking van de alifatische en alicyclische waterstoffractie enerzijds, van de hydroxylwaterstoffractie anderzijds.

Het aangehaalde voorbeeld heeft betrekking op verwerkingstemperaturen (T_f) gemeten volgens een methode analoog aan het plastometrische procédé Foxwell [10]. Dit procédé bestaat in het meten van de motorische druk P van een inert gas met constant debiet stroomopwaarts van een korrelige laag kolen die een temperatuurverhoging ondergaat van 1° C per minuut.

Fig. 6 geeft de verandering van P in functie van T. Wij nemen conventioneel als verwekingstempe-

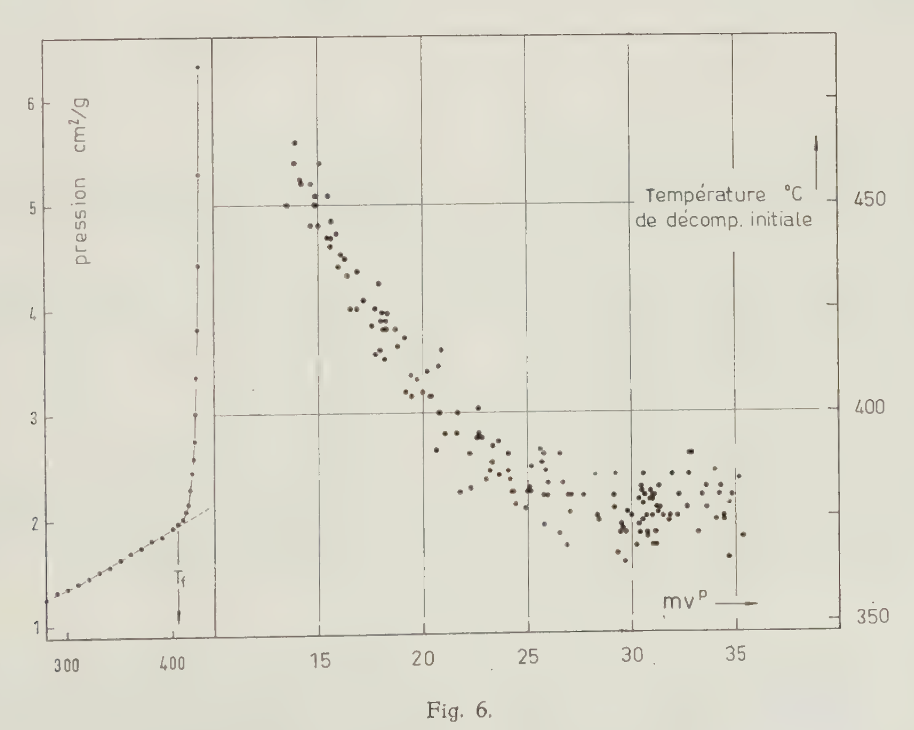


Fig. 6.

Variation de la pression motrice de débit en fonction de la température et répartition des températures de ramollissement en fonction du rang.

Verandering van de motorische druk in functie van de temperatuur en verdeling van de verwekingstemperatuur in functie van de rang.

la valeur de l'abscisse correspondant à une variation brusque du coefficient angulaire $\delta P/\delta T$.

On a représenté sur la même figure, les résultats d'un grand nombre de mesures de la température de ramollissement T_f, en fonction de l'indice de matières volatiles.

L'allure en arc de parabole de la courbe obtenue peut surprendre a priori, mais elle résulte en fait, d'un double mécanisme chimique faisant intervenir d'une part, la rupture de liaisons du type $C_{ar} — CH_2 — C_{ar}$ et, d'autre part, des réactions de polycondensation phénoliques.

L'étude des gaz issus de la pyrolyse dans le voisinage de 400° C, ainsi que l'interprétation des réactions de dépolymérisation de charbons bitumineux par le complexe phénol radioactif-trifluorure de bore [11], confirme l'existence de ponts méthyléniques. La décomposition thermique initiale implique donc très probablement la rupture des liaisons aliphatiques joignant les structures aromatiques. En admettant un mécanisme de décomposition tel que celui proposé ci-dessous, avec formation d'unités à poids moléculaires réduits, le point de ramollissement du polymère sera fonction d'une partie de l'hydrogène non aromatique.

ratuur aan de waarde van de abscis overeenkomend met een bruuske verandering van de afgeleide $\delta P/\delta T$.

Op dezelfde figuur staat het resultaat van een groot aantal metingen van de verwekingstemperatuur T_f in functie van het gehalte aan vluchtige bestanddelen.

De paraboolvorm van de bekomen kromme kan aanvankelijk verwondering wekken ; in werkelijkheid is hij het gevolg van een dubbel scheikundig mechanisme waarbij enerzijds het verbreken van de bindingen van het type $C_{ar} — CH_2 — C_{ar}$ een rol speelt, en anderzijds reacties van polycondensatie van fenolen optreden.

De studie der gassen voortkomende van de pyrolyse in de omgeving van 400° C en de interpretatie van de depolymerisatiereacties van bitumineuze steenkolen door het complex radioactief fenol-boortrifluoride [11], bevestigen het bestaan van methyleenbruggen. Bij de initiale thermische ontbinding treden dus hoogstwaarschijnlijk breuken op van alifatische bindingen tussen de aromatische structuren. Als wij een ontbindingsmechanisme aannemen zoals hieronder wordt voorgesteld, waarbij eenheden met een betrekkelijk laag molekulair gewicht gevormd worden, dan wordt het verwekingspunt van het polymeer een functie van het niet aromatisch gedeelte van de waterstof.

D'autre part, la quantité relativement élevée de phénols dans les goudrons de basse température fait présumer que les structures aromatiques des charbons flambants ont un caractère phénolique prononcé.

Dans la phase initiale de la destruction de l'édifice moléculaire, les réactions de polycondensation éliminent les groupements hydroxyles par des réactions du type :

Van de andere kant doet de betrekkelijk hoge hoeveelheid fenolen in de lage-temperatuur-teer vermoeden dat de aromatische structuren van de vlamkolen een uitgesproken fenolkarakter hebben.

Bij de aanvang van het afbraakproces van de molekulenbouw worden de hydroxylgroepen door de polycondensatiereacties verwijderd volgens het volgende schema :

Il se forme ainsi des interconnexions entre les unités moléculaires très probablement avant que la température de décomposition initiale soit atteinte. L'étude par spectroscopie infrarouge des modifications structurelles des produits de pyrolyse d'une résine du type phénol-formaldéhyde, au-dessus de

Op die manier komen interverbindingen tot stand tussen de molekulaire eenheden en dit waarschijnlijk nog vooraleer de initiale ontbindingstemperatuur bereikt is. De infrarood-spectroscopische studie van de structuurwijzigingen der pyrolyseprodukten van hars van het fenol-formaldehyde-type boven 300° C

300° C [12], indique d'ailleurs une diminution de la teneur en hydroxyle, résultant apparemment de la formation de liaisons du type diphényle.

Nous avons pu établir qu'il y a effectivement une corrélation linéaire entre la température de décomposition initiale et un paramètre simple déduit des résultats de la spectroscopie infrarouge.

De la figure 6, on a retenu les valeurs moyennes des températures T_f, groupées par intervalle de classe de une unité d'indice de matières volatiles. Ces valeurs donnent le tracé de la figure 7.

wijst [12] ten andere op een vermindering van het hydroxylgehalte, klaarblijkelijk als gevolg van de vorming van bindingen van het difenyltype.

Wij hebben de bevestiging kunnen bekomen dat er inderdaad een lineair verband bestaat tussen de initiale ontbindingstemperatuur en een eenvoudige parameter die afgeleid wordt uit de resultaten van de infrarode spectroscopie.

Wij hebben hiervoren in figuur 6 de gemiddelde waarden gezien van de temperaturen T_f, gegroepeerd in klassen per eenheid van gehalte aan vluchtige bestanddelen. Deze waarden bepalen de loop van de figuur 7.

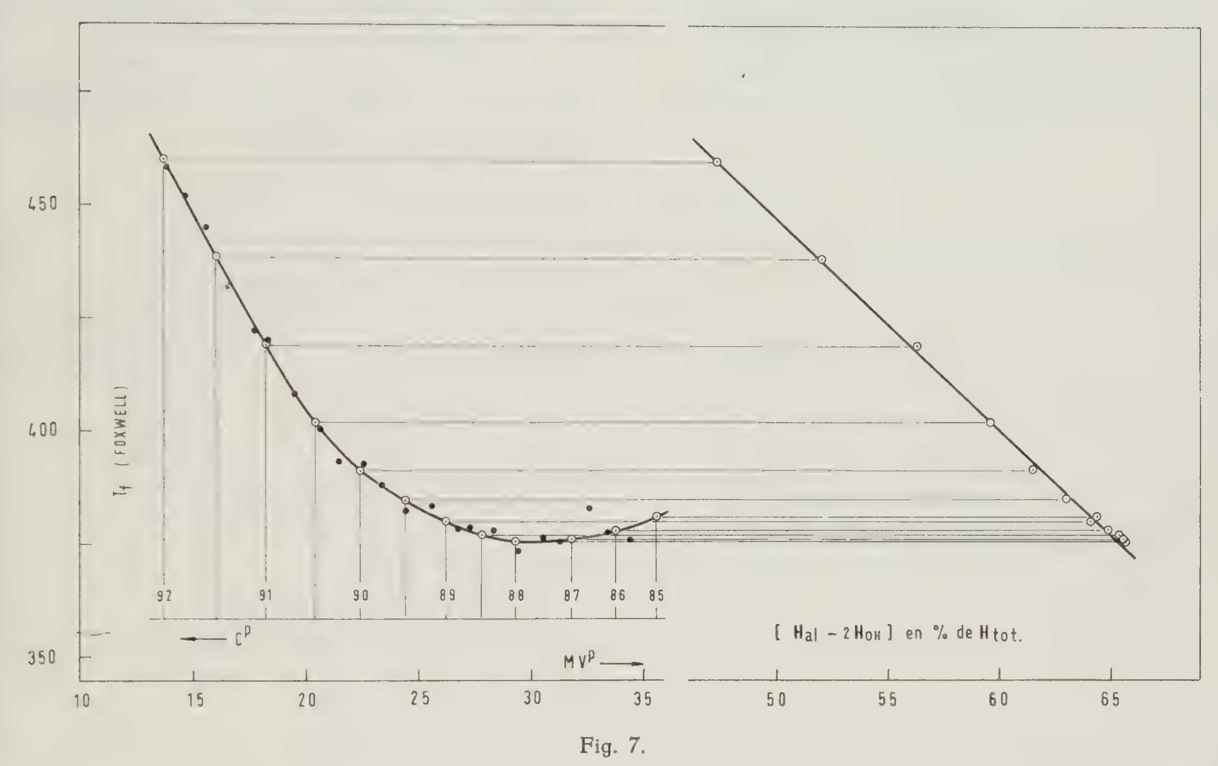


Fig. 7.

Comparaison des variations des températures de ramollissement en fonction d'un paramètre de la classification et en fonction d'un paramètre déduit des mesures infrarouges.

Vergelijking tussen de veranderingen van de verwekingstemperatuur in functie van een parameter der klassificatie en in functie van een parameter afgeleid van de infraroodmetingen.

On a superposé en abscisse une échelle des valeurs statistiques des teneurs en carbone. La partie droite du diagramme exprime les températures de décomposition initiale par unité de carbone en fonction *d'une fraction* de l'hydrogène non aromatique, calculée à l'aide des équations (3) et (5), (6), (7) ci-après.

Aan de abscis voegt men een schaal toe met de statistische waarden van het koolstofgehalte. Het rechter gedeelte geeft de initiale ontbindingstemperaturen per eenheid van koolstof in functie *van een fractie* van de niet aromatische waterstof, berekend met behulp van de vergelijkingen (3), en de hiernavolgende, (5), (6), (7).

$$H_t - H_{OH} = H_{al} + H_{ar} \qquad (5)$$

$$H_{al}/H_t = H_{al}/(H_{ar} + H_{al}) \times (H_t - H_{OH})/H_t \qquad (6)$$

$$O_{OH}\ (\%) = -\ 2{,}07 + 0{,}89\ O_t \qquad (7)\ (***)$$

(***) Relation établie sur la base des résultats publiés par 11 auteurs.

(***) Verhouding op basis der resultaten gepubliceerd door 11 auteurs.

Ainsi, la température de ramollissement qui constitue le seuil de décomposition thermique du complexe moléculaire est directement proportionnelle à la fraction d'hydrogène aliphatique plus alicyclique de laquelle on a déduit en réalité, la fraction d'hydrogène correspondant à un groupe méthylène ($-CH_2$) par groupe hydroxyle ($-OH$).

Le processus du ramollissement thermique des charbons semble donc être, en fait, une dépolymérisation avec rupture de ponts méthyléniques, accompagnée d'une réaction compétitive des groupes hydroxyles.

En d'autres termes, un charbon flambant à 35 % d'indice de matières volatiles privé de groupements hydroxyles aurait une température de ramollisement de 338 ± 7,5° C, alors que la valeur réelle égale 380 ± 7,5° C (fig. 7) (extrapolation des coordonnées comprises entre 92 et 90,5 % de C).

Bijgevolg is de verwekingstemperatuur die ook de thermische ontbindingsdrempel is van de moleculaire structuur rechtstreeks evenredig met de fractie der alifatische en alicyclische waterstof waaruit men in werkelijkheid de waterstoffractie heeft afgeleid, die met een methyleengroep ($-CH_2$) overeenkomt per hydroxylgroep ($-OH$).

De thermische verwekingsprocessus van de kolen schijnt dus in feite een depolymerisatie te zijn met breuk van de methyleenbindingen samen met een gelijk opgaande reactie der hydroxylgroepen.

Met andere woorden : een vlamkool met 35 % vluchtige bestanddelen zonder hydroxylgroepen zou een verwekingstemperatuur hebben van 338 ± 7,5° C terwijl de werkelijke waarde 380 ± 7,5° C bedraagt (fig. 7) (extrapolatie van de coördinaten begrepen tussen 92 en 90,5 % C).

TABLEAU IV — TABEL IV.

C^p	85	86	87	88	88,5	89	89,5	90	90,5	91	91,5	92
MV^p	35,6	33,8	31,8	29,3	27,8	26,2	24,4	22,4	20,4	18,2	16,0	13,7
T_f (°C)	381	378	376	375,5	377	380	385	391,5	402	419	438,5	460
H_{al}/H_t	0,732	0,723	0,712	0,695	0,684	0,665	0,646	0,623	0,596	0,563	0,520	0,473
H_{OH}/H_t	0,044	0,037	0,028	0,019	0,015	0,012	0,008	0,004	—	—	—	—
H_{al} - 2 H_{OH}/H_t	0,644	0,649	0,656	0,657	0,654	0,641	0,630	0,615	0,596	0,563	0,520	0,473
ΔT_f (°C)	44,0	36,5	29,5	21,0	17,0	11,0	7,0	2,5	—	—	—	—
$k \cdot 10^3$	1,00	0,99	1,05	1,11	1,13	0,92	0,88	0,63	—	—	—	—

Le tableau IV donne les valeurs statistiques des divers paramètres en fonction du rang et les différences entre les valeurs observées et les valeurs fictives, ΔT_f ont une identité remarquable avec les rapports H_{OH}/H_t. Cette identité constituerait en quelque sorte une preuve indirecte de l'hypothèse proposée.

Ceci est d'ailleurs en accord avec les observations de P.M.J. Wolfs, D.W. van Krevelen et H.I. Waterman [13], sur le mécanisme primaire de la carbonisation de substances modèles. Lorsque celles-ci contiennent des groupes hydroxyles, la dépolymérisation est déplacée par une déshydratation et une condensation concomitante.

Tabel IV geeft de statistische waarden van de verschillende parameters in functie van de rang en de verschillen van de waargenomen waarden en fictieve waarden, ΔT_f zijn op merkwaardige wijze identiek met de verhoudingen H_{OH}/H_t. Deze identiteit bevestigt op zekere manier onrechtstreeks de juistheid van de vooropgezette theorie.

Dit komt ten ander overeen met de waarnemingen van P.M.J. Wolfs, D.W. van Krevelen en H.I. Waterman [13] over het primaire mechanisme van de carbonisering van ijkgrondstoffen. Wanneer deze hydroxylgroepen bevatten wordt de depolymerisatie verschoven door een dehydratatie en een daarmee samengaande condensatie.

Citons enfin les travaux du C.F.R.I. [14] qui démontrent que le traitement de charbons du type non cokéfiant par l'acide iodhydrique en présence de phosphore rouge à 130° C, traitement qui provoque une désoxygénation aux dépens des groupes hydroxyliques, les transforme en charbons du type cokéfiant.

Tenslotte vermelden wij de werken van het C.F.R.I. [14] waaruit blijkt dat niet cokesvormende kolen door behandeling met iodhydrisch zuur en rode fosfoor op 130° C, die leidt tot een vermindering van de zuurstof ten koste van de hydroxylgroepen, omgezet worden in kolen die voor cokesvorming geschikt zijn.

BIBLIOGRAPHIE

[1] H.H. OELERT : Erdöl - Kohle - Erdgas - Petrochemie, 1965, 11, 876.

[2] I.G.C. DRYDEN : Fuel, Londres, 1962, 41, 55.

[3] J.K. BROWN : J. Chem. Soc., 1955, 744.

[4] J.F.M. OTH, E. de RUITER et H. TSCHAMLER : Brennst. Chemie, 1961, 42, 378.
H. TSCHAMLER et E. de RUITER : Brennst. Chemie, 1962, 43, 16 et 212.

[5] R.A. DURIE, Y. SHEWCHYK et S. STERNHELL : Fuel, Londres, 1966, 45, 99.

[6] W.R. LADNER et A.E. STACEY : Fuel, Londres, 1961, 40, 295 et 1964, 43, 13.

[7] H.R. BROWN et P.L. WATERS : Fuel, Londres, 1966, 45, 41.

[8] D. FITZGERALD : Trans. Faraday Soc., 1956, 52. 362.

[9] H.A.G. CHERMIN et D.W. van KREVELEN : Fuel, Londres, 1957, 36, 85.

[10] L. COPPENS et J. VENTER : Bultec H.D. n° 12, novembre 1957 et W. DUHAMEAU, W, FASSOTTE et M. SAUSSEZ : Essai plastométrique Foxwell, résultats non publiés.

[11] L.A. HEREDY, A.E. KOSTYO et M.B. NEUWORTH : Coal Science, Advances in Chemistry Series, American Chemical Society, 1966, 31, 493.

[12] C.S.I.R.O., Division of Coal Research : 18th Annual Report 1965-66.

[13] P.M.J. WOLFS, D.W. van KREVELEN et H.I. WATERMAN : Fuel, Londres, 1960. 39, 25.

[14] B.N. BOSE, D.C. MITRA, N.N. DAS GUPTA et A. LAHIRI : Indian J. Technol., 1966, 4, 211.

Overzicht van de bedrijvigheid in de Divisie van het Kempens Bekken tijdens het jaar 1966

door P. GERARD,
Divisiedirecteur der Mijnen

RESUME

Le présent aperçu de l'activité dans la division du bassin de Campine au cours de l'année 1966 est divisé en six chapitres correspondant aux principaux secteurs où s'exerce la surveillance des ingénieurs des mines, à savoir :

A. Les mines de houille.
B. Les minières.
C. Les carrières.
D. Les usines métallurgiques.
E. Les cokeries et usines d'agglomérés.
F. Les réserves d'eaux souterraines.

En ce qui concerne les mines de houille, le rapport, après avoir esquissé l'évolution de la situation économique des mines du bassin, donne un aperçu général de la production, de l'écoulement, des stocks, des résultats de l'année, de la répartition du personnel et des rendements.

Ces données montrent qu'au cours de l'année 1966 les difficultés de l'écoulement des charbons à coke et l'augmentation des charges salariales ont entraîné une nouvelle détérioration des résultats.

Elles montrent aussi qu'un nouvel effort important doit encore être fait, dans toutes les mines du bassin, en vue d'améliorer les rendements du fond et de la surface.

Après avoir mentionné les prospections exécutées en 1966, le rapport énumère les travaux importants exécutés dans chaque mine tant au fond qu'à la surface en vue d'augmenter la productivité.

Dans un chapitre suivant le rapport signale les améliorations apportées dans les divers domaines

SAMENVATTING

Dit overzicht van de bedrijvigheid in de divisie van het Kempens bekken tijdens het jaar 1966 is ingedeeld in zes hoofdstukken overeenstemmend met de voornaamste sectoren waarover de rijksmijningenieurs toezicht uitoefenen, te weten :

A. De steenkolenmijnen.
B. De graverijen.
C. De groeven.
D. De metaalfabrieken.
E. De cokes- en agglomeratenfabrieken.
F. De grondwaterreserves.

Betreffende de steenkolenmijnen geeft het verslag, na een bondig vertoog van de evolutie van de economische toestand van de mijnen van het bekken, een algemeen overzicht van de produktie, de afzet, de stocks, de uitslagen van het jaar, van de verdeling van het personeel en de prestaties.

Uit deze gegevens blijkt dat in de loop van 1966 de moeilijke afzet der cokeskolen en de stijging van de loon- en sociale lasten er het hunne toe hebben bijgedragen om de resultaten nog verder te verslechteren.

Ze tonen ook aan dat een nieuwe inspanning nog moet gedaan worden in al de kolenmijnen van het bekken om de ondergrondse en de bovengrondse effecten te verbeteren.

Het verslag vermeldt de in 1966 uitgevoerde verkenningswerken en geeft vervolgens een overzicht van de belangrijke werken die in elke mijn zowel boven- als ondergronds uitgevoerd werden met het oog op een verbetering van de produktiviteit.

In een volgend hoofdstuk vermeldt het verslag de verbeteringen die in de verschillende gebieden van

de la technique minière, ainsi que les mesures prises pour améliorer la sécurité à la suite des accidents survenus au cours de l'année 1966.

Cette partie du rapport se termine par les renseignements concernant la formation professionnelle, les statistiques d'accidents et les questions sociales.

Les chapitres du rapport relatifs aux minières, carrières, usines métallurgiques, cokeries et fabriques d'agglomérés énumèrent les principales améliorations techniques réalisées en 1966 dans ces divers établissements, les accidents graves qui y sont survenus et l'action des comités locaux et régionaux de sécurité, d'hygiène et d'embellissement des lieux de travail.

Un nouveau chapitre relatant l'activité des services de la division dans le domaine de l'étude des réserves d'eaux souterraines a été ajouté au rapport.

de mijntechniek aangebracht werden evenals de maatregelen genomen om de veiligheid te verhogen ingevolge de ongevallen overkomen tijdens het jaar 1966.

Dit deel van het verslag eindigt met inlichtingen betreffende de beroepsopleiding, de ongevallenstatistieken en de sociale aangelegenheden.

De hoofdstukken van het verslag aangaande de graverijen, groeven, metaalfabrieken, cokesfabrieken en agglomeratenfabrieken geven een opsomming van de voornaamste in 1966 verwezenlijkte technische verbeteringen alsmede van de erge ongevallen die er in voorkwamen en van de actie van de plaatselijke en gewestelijke comités voor veiligheid, gezondheid en verfraaiing der werkplaatsen.

Een nieuw hoofdstuk met vermelding van de activiteit van de diensten van de divisie inzake de studie van de grondwaterreserves werd bij het verslag gevoegd.

INHALTSANGABE

Der folgende Bericht über die Tätigkeit des Campine-Reviers im Jahre 1966 zerfällt in sechs Kapitel, entsprechend den Hauptgebieten, auf denen sich die Aufsicht durch die Bergbehörde abspielt, nämlich in

- *A. Steinkohlengruben.*
- *B. Tagebaubetrieben.*
- *C. Steinbrüchen.*
- *D. Hütten- und Stahlwerken.*
- *E. Kokereien und Brikettfabriken.*

Kapitel F. befasst sich mit den Grundwasserreserven.

Auf dem Gebiet des Steinkohlenbergbaus schildert der Bericht zunächst in grossen Zügen die wirtschaftliche Entwicklung der Bergbaugesellschaften des Reviers und gibt dann einen Ueberblick über Förderung, Absatz, Haldenbestände, wirtschaftliche Ergebnisse des Jahres, Belegschaft und Leistung.

Aus den Zahlen geht hervor, dass die Schwierigkeiten im Absatz der Kokskohle und die Erhöhung der Lohnkosten im Jahre 1966 zu einer weiteren Verschlechterung der wirtschaftlichen Ergebnisse geführt haben. Weiter ist aus ihnen ersichtlich, dass in allen Gruben des Reviers noch erhebliche Anstrengungen unternommen werden müssen, um die Ueber- und Untertageleistung zu steigern. Nach einem Hinweis auf die im Jahre 1966 durchgeführten Aufschlussarbeiten wird über die umfassenden Arbeiten berichtet, die die einzelnen Gruben über- und untertage zur Steigerung der Leistung durchgeführt haben.

Ein weiterer Abschnitt gibt einen Ueberblick über Verbesserungen auf den verschiedenen Gebieten der Bergtechnik und über Massnahmen zur Erhöhung der Grubensicherheit aufgrund der im Laufe des

SUMMARY

The present outline of the activity in the Campine coalfield division during 1966 is divided into six chapters corresponding to the main sectors in which engineers carry out supervision, namely :

- *A. Coalmines.*
- *B. Surface mines.*
- *C. Quarries.*
- *D. Metalworks.*
- *E. Coking plants and briquette works.*
- *F. The reserves of underground water.*

With regard to coalmines, the report, after outlining the evolution of the economic situation of the mines in the coalfield, gives a general idea of production, marketing, stocks, the results of the year, the distribution of staff and outputs.

These data show that during the year 1966 the difficulties in marketing coking coals and the rise in wages caused further deterioration in the results.

They also show that a still greater effort must be made in all the mines in the coalfield to improve outputs underground and at the surface.

After mentioning the prospections carried out in 1966, the report lists the important works carried out in each mine, both underground and at the surface, with a view to increasing productivity.

In a later chapter, the report describes the improvements made in the various technical fields, and the steps taken to improve safety following accidents occurring during the course of the year 1966.

Jahres 1966 eingetretenen Unfälle. Den Schluss dieses Abschnittes bilden Angaben über Berufsausbildung, Unfallstatistik und soziale Fragen.

In den Kapiteln über Tagebaubetriebe, Steinbrüche, Hütten- und Stahlwerke, Kokereien und Brikettfabriken werden die wichtigsten technischen Verbesserungen im Laufe des Jahres 1966, die schwereren Unfälle und die Tätigkeit der örtlichen und regionalen Ausschüsse für die Verbesserung der Grubensicherheit und der gesundheitlichen Verhältnisse sowie für die Verschönerung der Arbeitsplätze behandelt.

Der Jahresbericht für 1966 enthält abschliessend erstmals ein Kapitel über die Tätigkeit der Bergbehörde auf dem Gebiet der Untersuchung der Grundwasservorräte des Reviers.

This part of the report concludes with information concerning the training of staff, accident statistics and social questions.

The chapters of the report regarding surface mines, quarries, metalworks, coking plants and briquette works list the main technical improvements carried out in 1966 in these various establishments, the serious accidents occurring there and the action taken by local and regional safety committees responsible for the hygiene and embellishment of places of work.

A new chapter giving an account of the services of the division in the field of research into the reserves of underground waters has been added to the report.

A. STEENKOLENMIJNEN

I. ALGEMEEN OVERZICHT

Algemene beschouwingen.

Het jaar 1966 was voor het Kempens bekken een ongunstig jaar : voor de eerste maal sinds het bestaan van de Kempense Steenkolenmijnen is de totale productie van het bekken merkelijk gedaald en wel met 12,51 % ten opzichte van de produktie van het vorig jaar en met 16,38 % ten opzichte van de produktie van het jaar 1964.

Deze drastische inkrimping was niet alleen te wijten aan de geleidelijke vermindering van de produktie van de bedrijfszetel Zwartberg waarvan de sluiting einde december 1965 aangekondigd werd, en waarvan de ontginning op 7 oktober 1966 definitief werd stopgezet, maar ook aan het inleggen in de meeste Kempense kolenmijnen van talrijke werkloosheidsdagen die aanleiding gaven tot een produktievermindering van 913.000 ton.

Ondanks die belangrijke vermindering bleven de voorraden van de Kempense kolenmijnen stijgen gedurende het eerste halfjaar van 1966 ; einde juni bedroegen de totale voorraden 1.572.640 t wat de verslechtering van de afzet tijdens dit halfjaar bewijst. Tijdens de laatste maanden van het jaar 1966 trad verbetering in dank de door de Regering getroffen maatregelen inzake verlaging van de verkoopprijs aan de cokesfabrieken en de beperking van de invoer van cokeskolen uit derde landen. Op het einde van het verslagjaar bedroeg de totale voorraad nog 1.484.806 t.

Aan de toekomstmogelijkheden van het Kempense bekken werd zoals in het vorig jaarverslag vermeld een studie gewijd in samenwerking met de diensten van het Directorium voor de Kolennijverheid. Deze studie die zowel het technisch als het economisch en het sociaal aspect van het vraagstuk behelsde werd einde juni beëindigd.

Uit deze studie is onder meer gebleken dat al de Kempense mijnen over aanzienlijke kolenreserves beschikken op de in ontginning zijnde verdiepingen en dat, alleen voor wat de thans blootgelegde reserves betreft, tegen het tempo van 1965 een produktie van meer dan zeven jaar verzekerd is in de minst begunstigde mijn, zonder dat hiertoe belangrijke voorbereidende werken nodig zijn.

Uit het oogpunt van de effecten was men van mening dat, mits een lichte negatieve rationalisatie, de vermeerdering van de gemiddelde produktie per pijler en van de vooruitgang per dag, en de voortzetting van de mechanisering van de ondersteuning, het mogelijk ware de gemiddelde index « ondergrond » van het Kempens bekken tot 41,8 te verminderen in het jaar 1970 terwijl op de bovengrond nog een verbetering van een à twee punten t.a.v. 1965 zou intreden.

Op sociaal gebied werd in de studie genoteerd dat, rekening gehouden met de huidige gewestelijke economische structuur in Limburg, een ernstige sociale achteruitgang alleen kon worden vermeden door spreiding van de eventueel nog te overwegen mijnsluitingen over een langere termijn.

Aangaande zulke eventualiteit kon in die studie geen eensgezindheid bereikt worden. We zijn inderdaad van mening dat een nieuwe sluiting van een steenkolenmijn de veiligheidstelling van de voorziening in gevaar brengt en dat zulke sluiting het vertrouwen in de toekomst op onherstelbare wijze zou breken.

Nu de cokeskolen tegen « Amerikaanse prijzen » verkocht worden hetgeen door de Regering reeds aangenomen werd, is er geen reden meer om vreemde cokeskolen te verkiezen, temeer daar het

mogelijk is, dank zij een gedurige controle op de ontgonnen werkplaatsen, bestendig cokeskolenmengsels te bekomen, met dezelfde karakteristieken als de vreemde cokeskolen. Wanneer men weet dat de cokesfabrieken gedurende het jaar 1966 nog 8.950.000 ton kolen verbruikt hebben en voor zoverre de elektrische centrales hun huidig verbruik van inheemse kolen zouden blijven behouden zoals in de naburige landen gebeurt, mag men aannemen dat de afzet van een produktie van 8.200.000 ton, die in 1970 in de Kempense mijnen zou overblijven, verzekerd is.

Vanzelfsprekend is het, om de last die het behoud van de overblijvende steenkolenmijnen doet wegen op de gemeenschap tot een minimum te herleiden, onontbeerlijk dat de verschillende mijndirecties alles te werk stellen om de hierboven vooropgestelde effecten zohaast mogelijk te bereiken en zelfs te overtreffen. Om dit doel sneller te bereiken ware het misschien wenselijk in bepaalde bedrijfszetels de produktie licht te verminderen om ze beter aan te passen aan de mogelijkheden van hun afzetting terwijl de andere bedrijfszetels hun produktie in dezelfde mate zouden opvoeren.

De bedrijfsuitslagen der Kempense mijnen zijn zeer ongunstig in vergelijking met die van de vorige jaren, aangezien het gemiddelde verlies nu is gestegen tot 154,30 F/ton. Dit bewijst nogmaals dat alles in het werk moet gesteld worden om de kostprijs te doen dalen. De effecten tonen een verbetering voor wat de ondergrond betreft maar worden weer gedeeltelijk teruggedrukt door een lichte verslechtering van de bovengrondse effecten, dit tengevolge van de bovenvermelde vermindering van de produktie.

Wat tenslotte de arbeidskrachten betreft staan wij, vooral ingevolge de sluiting van de mijn van Zwartberg, voor een sterke vermindering, maar ook is er een blijvende stijging van het procentueel aantal inheemse arbeidskrachten.

Ingaande op de wens van de Regering de gehele mijnindustrie van het Kempense bekken te zien concentreren in een enkele onderneming hebben de vijf vennootschappen die thans ontginnen, te weten de N.V. Kolenmijnen André Dumont, de N.V. Kolenmijnen van Beringen, de N.V. Kolenmijnen van Helchteren-Zolder en Houthalen, de N.V. Kolenmijnen Limburg-Maas en de N.V. Métallurgique d'Espérance-Longdoz, reeds een ontwerp van protocol van overeenkomst ondertekend met het oog op de hergroepering van de Kempense kolenmijnen.

Dit protocol voorziet dat elk der bovenvermelde vennootschappen de in het protocol vermelde activa en passiva op grond van de per 31 december 1966 afgesloten balansen en inventarissen zouden inbrengen in een te stichten N.V. « Kempense Steenkolenmijnen » genoemd.

Als activa zal namelijk ingebracht worden : de concessies, al de nijverheidsinstallaties, de voorraden aan kolen en in magazijnen, de effecten aangaande de rechtstreeks aan de ontginning verbonden nevenbedrijven, het bezit in kas en op bankrekeningen, het eigen tegoed in het fonds A van het Nationaal Waarborgfonds voor mijnschade.

Dient aangestipt dat de woonhuizen, de gronden inbegrepen, de nijverheidsgronden, en de diverse gebouwen van collectief belang zoals scholen, klinieken, enz. geen deel zouden uitmaken van de inbreng. Het behoud van de nijverheidsgronden door de huidige vennootschappen wordt verrechtvaardigd door de aanzienlijke vermindering van de likwidatiewaarde dat het meebrengt, waarde die het bedrag dat aan de huidige vennootschap waarvan de overeenkomende bedrijfszetel zou gesloten worden dient terugbetaald, beïnvloedt.

Het is in het ontwerp van overeenkomst voorzien dat de huidige vennootschappen de verbintenis aangaan de woonhuizen en de logementhuizen in huur te geven ; hetzelfde geldt voor de gronden waarop de nijverheidsinstallaties opgericht worden. De huur van die gronden zou tot 31 december 1971 beperkt worden tot de onroerende voorheffing en de opcentiemen, maar van het jaar 1972 af zou de huur 3 % van de alsdan geldende verkoopwaarde bedragen wat een nieuwe last zal betekenen voor de toekomstige N.V. « Kempense Steenkolenmijnen ».

Als passiva zou deze toekomstige vennootschap namelijk op zich nemen het geheel der schuldeisers in verband met de ingebrachte activiteiten, de lasten inzake mijnschade en de thans lopende pensioenlasten.

Daar de beheerrad van elk der huidige vennootschappen, de schuldeisers van deze vennootschappen, de bankcommissie, de Hoge Autoriteit van de E.G.K.S. en de bevoegde administratieve instanties hun toestemming moeten verlenen, zal de N.V. « Kempense Steenkolenmijnen » hoogstwaarschijnlijk niet voor 1 januari 1968 van wal steken.

Einde december 1966 had het ministerieel comité voor economische en sociale coördinatie nog geen definitieve beslissing getroffen nopens dit protocol.

Produktie, afzet, voorraden.

Tabel I geeft maandelijks de toestand in het Kempens Bekken op het gebied van de produktie ; de afzet en de voorraden in de loop van het verslagjaar ; ter vergelijking werden ook de jaarcijfers van de laatste vijf jaren bijgevoegd.

De totale produktie van kolen en kolenslik beliep in 1966, 8.489.741 ton tegen 9.706.399 ton in 1965. Dit betekent een vermindering van 1.216.658 ton of 12.51 %.

TABEL I. — *Kempens Bekken.*

VOORTBRENGST — AFZET — VOORRAAD

Maand	Voortbrengst (t)	Afzet (t)	Voorraad einde der maand (t)					
			Bruto gruiskool	Cokesfijn	Nootjes en stukkool	Gemengde kool	Schlamm	Totaal
januari	768.292	706.267	24.423	344.672	777.847	51.867	44.716	1.243.525
februari	757.008	666.255	28.152	454.601	791.938	53.163	46.424	1.334.278
maart	845.595	718.719	32.959	471.349	833.047	72.815	51.284	1.461.454
april	717.939	678.291	39.206	477.980	859.728	72.652	51.536	1.501.102
mei	676.144	643.865	42.819	487.257	878.685	71.948	52.672	1.533.381
juni	734.703	695.444	36.928	495.500	901.354	84.429	54.429	1.572.640
juli	607.352	618.451	103.958	452.313	842.196	109.333	53.741	1.561.541
augustus	629.331	634.085	43.999	483.717	886.291	86.472	56.308	1.556.787
september	682.641	688.837	45.589	453.723	893.219	99.884	58.167	1.550.591
oktober	664.399	682.491	49.585	441.939	876.769	100.301	63.905	1.532.499
november	671.439	710.495	56.024	425.392	852.814	102.534	56.680	1.493.443
december	734.598	743.235	58.791	439.925	819.561	99.808	66.721	1.484.806
Totaal 1966	8.489.741	8.186.435	58.791	439.925	819.561	99.808	66.721	1.484.806
1965	9.706.399	9.211.463	25.931	313.740	745.921	52.718	43.190	1.181.500
1964	10.140.235	9.624.683	23.903	160.445	379.677	50.608	71.931	686.564
1963	10.067.279	10.372.594	4.644	65.575	35.223	22.403	43.167	171.012
1962	9.806.649	10.910.826	16.586	155.854	131.488	117.461	54.959	476.328

De produktie van de Kempen bedroeg in 1966, 48,52 % van de nationale produktie, tegen 49,05 % in 1965.

De voorraden zijn blijven stijgen en bereikten op het einde van 1966 een totaal van 1.484.806 ton tegen 1.181.500 t einde 1965. Dit betekent een vermeerdering van 303.306 ton. Deze voorraden bestaan voor 55,20 % uit geklasseerde kolen en voor 29,63 % uit cokesfijnkolen. Einde 1966 bedroeg de voorraad in de Kempen 48,75 % van de nationale hoeveelheid. Het maximum lag evenwel in de maand juni toen 1.572.640 ton werden geregistreerd.

TABEL II.

Produktie per mijn.

Kolenmijnen	1966		1965	
	Totale produktie (in t)	Gemiddelde produktie per gewerkte dag (in t)	Totale produktie (in t)	Gemiddelde produktie per gewerkte dag (in t)
Beringen	1.413.265	6.635	1.684.483	7.107
Helchteren-Zolder-Houthalen	2.199.500	9.910	2.300.800	9.550
Zwartberg	550.654	3.358	1.354.000	5.416
Winterslag	1.578.392	6.390	1.488.006	5.678
André Dumont	1.292.000	5.406	1.343.400	5.505
Limburg-Maas	1.455.930	6.195	1.574.910	6.376
Bekken	8.489.741	37.894	9.706.399	39.632

Tabel II geeft een overzicht van de produktie in de verschillende mijnen. In tegenstelling met vorig jaar is de produktie per dag in het bekken verminderd, van 39.559 ton tot 37.894 ton of met 4,21 %.

De totale produktie van de kolenmijn Helchteren-Zolder-Houthalen werd op de bedrijfszetel Voort geconcentreerd, waar dank aan de moderne skipuitrusting, een dagelijkse netto-produktie van 10.000 t gemakkelijk verwezenlijkt wordt. Te Zwartberg waar men in januari nog ruim 5.000 t per dag produceerde, werden de werkplaatsen geleidelijk stilgelegd met het oog op de definitieve stopzetting van de produktie tijdens de maand oktober ; dit geschiedde met tucht en orde volgens een in akkoord met het Mijnwezen vooropgesteld programma en met het bereiken van tamelijk hoger ondergrondse effecten.

Dank aan een door de technische directie van de bedrijfszetel opgestelde « sluitingsplanning » werd inderdaad de afdanking van het personeel zo geregeld dat de bezetting van de in bedrijf gehouden werkplaatsen voltallig bleef en dat de werkzaamheden regelmatig en volkomen veilig konden verlopen in die werkplaatsen terwijl het materieel normaal kon herwonnen worden in de definitief stilgelegde werkplaatsen.

De invloed van de hierboven aangehaalde factoren had als gevolg een vermindering van de produktie per dag in het bekken. Tabel II wijst ook dat de belangrijkste produktievermindering zich te Beringen en Limburg-Maas voordeed, de twee mijnen die de voornaamste moeilijkheden kenden op gebied van de afzet.

TABEL III

Verzendingen.

Bestemming		Vervoermiddel			Totaal
		schip	spoor	vrachtwagens	
Binnenland	1965	3.687.826	2.627.719	697.733	7.013.278
	1966	2.211.133	2.491.773	1.170.497	5.873.403
Buitenland	1965	1.125.056	299.451	989	1.425.496
	1966	104.790	841.440	98.019	1.044.249
Totaal	1965	4.812.882	2.927.170	698.722	8.438.774
	1966	2.315.923	3.333.213	1.268.516	6.917.652

Tabel III geeft inlichtingen omtrent de verzendingen der laatste twee jaren : de achteruitgang is zeer belangrijk en zit voor de drie vierden in de verzendingen naar binnenlandse afnemers. Er is nogmaals een gestadige vooruitgang van het vervoer per as te noteren.

Indien men de afzet in bijzonderheden bestudeert bemerkt men vooral een achteruitgang in de huishoudkolen van ruim 80.000 ton en in de leveringen aan de spoorwegen van 95.000 ton en aan de cementbedrijven van 45.000 ton ; de uitvoer naar E.G.K.S.-landen en naar derde landen is anderzijds sterk verminderd met ruim 330.000 ton.

Lonen en sociale lasten.

Tengevolge van de schommelingen van de kleinhandelsprijzen en overeenkomstig de beslissingen van de Nationale gemengde mijncommissie werden de lonen op 1 mei 1966 met 2 % verhoogd.

Andere verhogingen vloeiden voort uit de sociale programmatie ; het betreft een verhoging van 2 % van de baremalonen van 1 januari 1966 af en een nieuwe verhoging met 1 % van 1 april 1966 af.

De steenkolenmijnen van het Kempens Bekken hebben in 1966 in totaal 2.915.412.225 F uitbetaald aan lonen en 1.542.138.539 F aan sociale lasten.

Bijgevolg bedroeg het gemiddeld brutoloon der mijnwerkers, overuren, eindejaarspremie en premie voor de verkorting van de werkduur inbegrepen :

voor de ondergrond :

539,06 F tegen 484,73 F in 1965

voor de bovengrond :

398,97 F tegen 397,61 F in 1965.

Verkoopprijs, uitslagen.

De verkoopprijs der Kempense kolen per ton daalde in 1966 tot het gemiddeld cijfer van 660,10 F tegen 684,65 F in 1965 en 698,26 F in 1964. De vermindering bedraagt dus opnieuw 24,55 F/t tegen 14 F/t vorig jaar. Dit tengevolge van de steeds belangrijker wordende prijsaanpassingen die zowel op de binnen- als op de buitenlandse markt toegestaan worden.

De kostprijs steeg daarentegen tot 810,93 F/t, hetgeen ten opzichte van het cijfer van 1965, namelijk 760,90 F, een zeer aanzienlijke stijging betekent met 50,03 F. Buiten de hierboven vermelde invloed van de verhoging der lonen had men inderdaad nog te doen met een stijging van de prijzen der materialen maar de inkrimping van de produktie had een belangrijke weerslag op de kostprijs per ton.

Bijgevolg is de einduitslag der Kempense mijnontginning niet alleen negatief maar zeer ongunstig zelfs in vergelijking met de vorige jaren. Het gemiddeld verlies per ton bedroeg in 1966, 154,30 F tegen 76,25 F in 1965, 60, 55 F in 1964 en 14,44 F in 1963.

De totale kostprijs van 810,93 F/t is samengesteld als volgt :

	F/t	%	
lonen	343,10	42,30	64,60
sociale lasten	180,80	22,30	
materiaal	130,88	16,14	
vastleggingen	8,24	1,02	
andere uitgaven	147,91	18,24	
totaal :	810,93	100,00	

Arbeidskrachten.

De tabellen IV a, b en c en V geven de toestand weer inzake personeel in de Kempense mijnen, op 31 december 1966. De tabel IV a geeft de verdeling weer volgens de nationaliteit, in absolute cijfers, de tweede geeft dezelfde verdeling in procenten en de derde de verdeling volgens leeftijd en aantal dienstjaren. Tabel V duidt de woonplaats aan.

De besluiten van vorig jaar blijven gehandhaafd : vermindering van het totaal aantal personeelsleden en procentuele stijging voor de inheemse arbeidskrachten.

Het aantal personeelsleden is inderdaad gedaald van 31.142 in 1965 tot 26.464 in 1966. Dit maakt een vermindering uit van 4.678 of 15 %. Het aantal Belgen is procentueel gestegen van 62,8 % tot 64,1 %, dit voor de onder- en bovengrond samen. Voor de ondergrond gaat het procent van 53,5 tot 55,4.

Wat leeftijd en aantal dienstjaren betreft komt de vergelijking enkel tot haar recht wanneer men abstractie kan maken van de verliezen. Daarom stellen we de cijfers van tabel IV c voor in diagram (fig. 1), althans wat het totaal ondergaande personeel betreft, voor de jaren 1965 en 1966.

De kromme 1a toont aan dat de verdeling der ondergrondse arbeiders volgens hun leeftijd geen grote wijziging heeft ondergaan in 1966. Het maximum blijft op 30-35 jaar. Toch is het opvallend dat de vermindering van het aantal werknemers uitsluitend betrekking heeft op de klassen van minder dan 45 jaar, vermits de krommen van 45-50 jaar af samenvallen.

Hetzelfde verschijnsel uit zich in de kromme 1b door een haast evenwijdige verschuiving naar

TABEL IV

Overzicht van het op 31 december van de jaren 1963 tot 1966 ingeschreven personeel.

a) *Absolute cijfers.*

Nationaliteit	Globaal winpersoneel				Ondergrond				Bovengrond				Onder- en Bovengrond			
	1963	1964	1965	1966	1963	1964	1965	1966	1963	1964	1965	1966	1963	1964	1965	1966
Belgen	2.182	1.763	1.464	1.179	15.636	14.225	13.148	11.590	7.336	7.047	6.405	5.386	22.972	21.272	19.553	16.976
Italianen	1.391	1.139	992	800	3.053	2.670	2.624	2.434	44	51	51	41	3.097	3.097	2.721	2.475
Polen	288	234	206	136	974	896	832	664	43	46	44	38	1.017	942	876	702
Nederlanders	299	222	143	116	727	614	500	428	29	25	26	23	756	639	526	451
Duitsers	89	76	57	42	346	330	308	275	10	8	8	10	356	338	316	285
Grieken	769	553	479	291	1.403	1.075	867	621	4	6	6	5	1.407	1.081	873	626
Yoego-Slaven	50	38	23	23	147	125	115	103	6	6	6	6	153	131	121	109
Hongaren	58	48	40	29	118	102	95	76	3	3	3	2	121	105	98	78
Tsjecho-Slowaken	7	6	4	3	42	35	36	29	3	2	2	1	45	37	38	30
Russen	34	33	25	14	116	104	100	74	3	3	2	1	119	107	102	75
Fransen	9	8	4	1	18	17	16	8	3	3	3	4	21	20	19	12
Spanjaarden	495	474	339	218	972	972	748	564	—	—	—	2	972	972	748	566
Turken	308	943	829	568	1.790	3.616	2.752	1.944	1	2	1	2	1.791	2.618	2.753	1.946
Marokkanen	196	809	819	713	423	2.280	2.091	1.884	—	—	1	3	423	2.280	2.092	1.887
Andere nationaliteiten	75	76	69	35	274	281	346	242	10	7	6	3	284	288	352	246
Totaal	6.200	6.422	5.493	4.168	26.039	27.342	24.578	20.936	7.495	7.209	6.564	5.528	33.534	34.551	31.142	26.464

b) *Verhoudingscijfers.*

Nationaliteit	Globaal winpersoneel				Ondergrond				Bovengrond				Onder- en Bovengrond			
	1963	1964	1965	1966	1963	1964	1965	1966	1963	1964	1965	1966	1963	1964	1965	1966
Belgen	35,2	27,5	26,6	28,3	60,0	52,0	53,5	55,4	97,9	97,8	97,6	97,4	68 5	61,6	62,8	64,1
Italianen	22,4	17.8	18,1	19,2	11,7	9,8	10,7	11,6	0,6	0,7	0,8	0,8	9,2	7,9	8,6	9,3
Polen	4,7	3,6	3,8	3,3	3,7	3,3	3,4	3,2	0,6	0,7	0,6	0,7	3,0	2,7	2,8	2,6
Nederlanders	4,8	3,4	2,6	2,8	2,8	2,2	2,0	2,1	0,4	0,4	0,4	0,4	2,3	1,8	1,7	1,7
Duitsers	1,4	1,2	1,0	1,0	1,3	1,2	1,3	1,3	0,2	0,1	0,1	0,2	1,1	1,0	1,0	1,1
Grieken	11,6	8,6	8,7	7,0	5,4	3,9	3,5	3,0	0,0	0,1	0,1	0,1	4 2	3,1	2,8	2,4
Yoego-Slaven	0,8	0,6	0,4	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4
Hongaren	0,9	0,7	0,7	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,3	0,3	0,3
Tsjecho-Slowaken	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Russen	0,6	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,3	0,3
Fransen	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0.1	0,1	0,0	0,0
Spanjaarden	8,0	7,4	6,2	5,2	3,7	3,6	3,1	2,7	—	—	—	—	2,9	2,8	2,4	2,1
Turken	5,0	14,7	15,1	13,6	6,9	13,2	11,2	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	10,5	8,9	7,4
Marokkanen	3,1	12,6	14,9	17,1	1,6	8,3	8,5	9,0	—	0,0	0,0	0,1	1,3	6,5	6,7	7,1
Andere nationaliteiten	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,4	1,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0.8	0,9	1,2	1,1
Totaal	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

c) *Indeling volgens leeftijd en aantal dienstjaren.*

Leeftijd	Ondergrond		Bovengrond		Totaal
	Belgen	Vreemdelingen	Belgen	Vreemdelingen	
Minder dan 18 jaar	90	100	45	9	244
18 - 20 jaar	156	159	98	23	436
20 - 25 jaar	744	531	175	13	1.463
25 - 30 jaar	1.409	2.160	249	10	3.828
30 - 35 jaar	2.185	2.375	383	6	4.949
35 - 40 jaar	2.381	1.648	849	22	4.900
40 - 45 jaar	2.242	1.262	1.015	19	4.538
45 - 50 jaar	1.338	626	831	13	2.808
50 - 55 jaar	752	346	985	16	2.099
55 - 60 jaar	229	117	718	8	1.072
60 - 65 jaar	62	21	38	3	124
meer dan 65 jaar	2	1	—	—	3
Aantal dienstjaren					
van 0 tot 1/2 jaar	475	1.326	250	25	2.076
van 1/2 tot 1 jaar	251	580	189	15	1.035
van 1 tot 2 jaar	394	1.436	211	19	2.060
van 2 tot 5 jaar	987	2.803	235	14	4.039
van 6 tot 10 jaar	1.725	878	314	5	2.922
van 11 tot 15 jaar	2.760	1.025	369	6	4.160
van 16 tot 20 jaar	2.978	1.088	1.388	22	5.476
van 21 tot 25 jaar	1.338	149	1.178	21	2.686
van 26 tot 30 jaar	612	49	682	8	1.351
van 31 tot 35 jaar	47	8	318	4	377
van 36 tot 40 jaar	23	4	246	3	276
meer dan 40 jaar	—	—	6	—	6
	11.590	9.346	5.386	142	26.464

TABEL V.

Gemeenten	Belgen		Vreemdelingen		Totaal
	Ondergrond	Bovengrond	Ondergrond	Bovengrond	
As	92	90	33	2	217
Beringen	211	124	40	1	376
Beverlo	354	170	223	6	753
Boorsem	54	49	10	—	113
Diepenbeek	139	134	7	—	280
Dilsen	124	111	14	4	253
Eisden	267	147	1.148	20	1.582
Genk	1.411	666	3.908	46	6.031
Gruitrode	36	5	2	—	43
Hasselt	151	138	24	1	314
Hechtel	87	37	6	—	130
Helchteren	137	92	9	—	238
Heppen	77	65	21	—	163
Heusden	694	314	462	6	1.476
Houthalen	347	190	846	11	1.394
Koersel	665	243	459	9	1.376
Kwaadmechelen	129	38	8	—	175
Lanklaar	71	63	163	1	298
Leopoldsburg	100	39	39	—	178
Leut	21	48	7	2	78
Lummen	243	93	19	—	355
Mechelen a/Maas	305	124	305	7	741
Meeswijk	21	52	7	—	80
Meeuwen	80	39	1	—	120
Neeroeteren	239	67	7	1	314
Niel bij As	27	28	5	—	60
Oostham	176	50	2	—	228
Opglabbeek	76	78	10	1	165
Opgrimbie	41	24	10	—	75
Opoeteren	49	50	2	—	101
Paal	337	147	25	—	509
Rekem	55	31	2	—	88
Rotem	101	68	2	2	173
Stokkem	64	98	37	3	202
Tessenderlo	232	30	—	—	262
Uikhoven	20	17	6	—	43
Vucht	63	44	369	8	484
Wijshagen	11	6	2	—	19
Zolder	317	267	663	8	1.255
Zonhoven	361	201	32	1	595
Zutendaal	40	60	12	1	113
Totaal mijngemeenten	8.025	4.357	8.947	141	21.470
Andere Limburgse gemeenten	1.651	839	133	1	2.624
Provincie Limburg	9.676	5.196	9.080	142	24.094
Provincie Antwerpen	1.568	70	16	—	1.654
Provincie Brabant	323	119	5	—	447
Andere provincies	7	—	8	—	15
Nederland	16	1	237	—	254

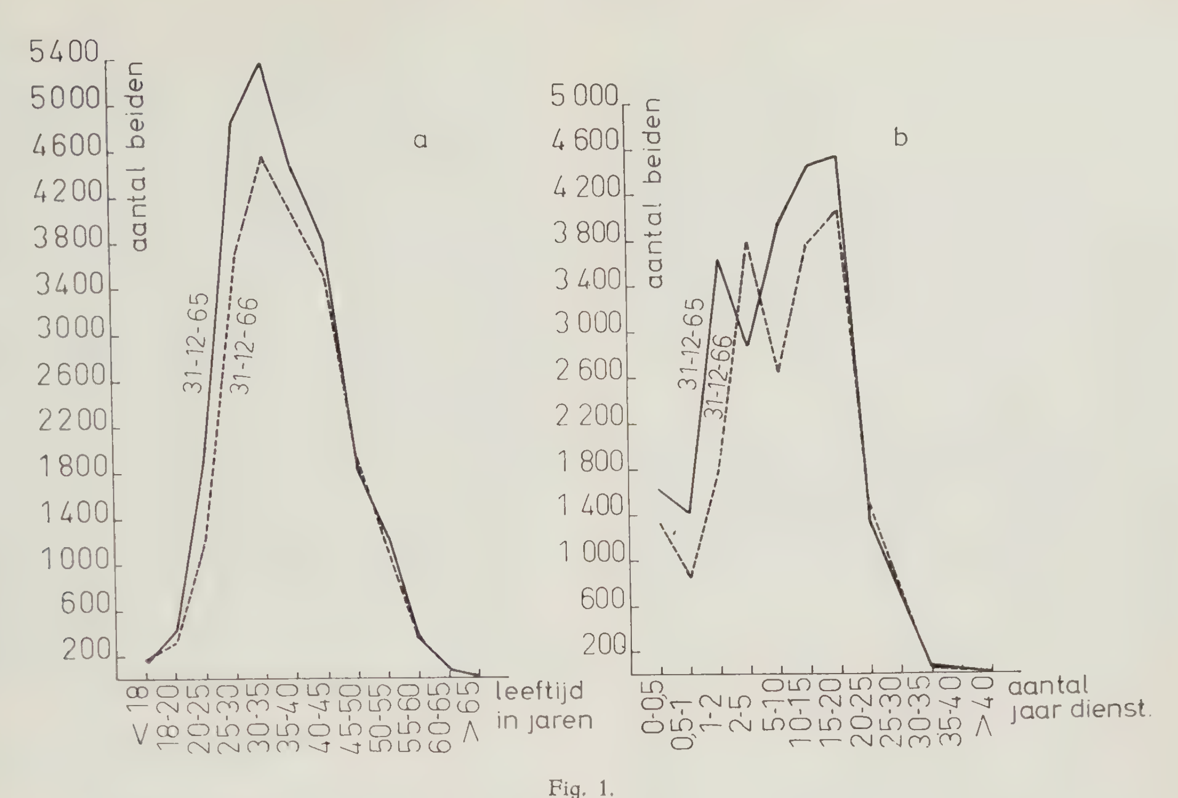


Fig. 1.

Verdeling van het ondergronds personeel volgens leeftijd (a) en aantal jaren dienst (b).

rechts. Hieruit blijkt dat het gemiddeld aantal jaren dienst van de jongere arbeiders toeneemt. Alhoewel zulks voorlopig een nuttig verschijnsel is, waarvan men de weerslag op de effecten ten andere heeft ondervonden, leidt het onvermijdelijk tot een toeneming van het aantal niet-produktieve arbeiders ; dit verschijnsel mag niet blijven duren ; de kromme moet door aanwerving van jonge arbeiders op de juiste plaats kunnen gehouden worden.

Als Voorzitter van de provinciale herklasseringscommissie en met de samenwerking van de diensten van de rijksdienst voor arbeidsvoorziening werkte ondergetekende mee aan de herplaatsing der door de kolenmijn Zwartberg afgedankte arbeiders en bedienden.

Het totaal aantal ingeschreven arbeiders van de afdeling « Kolenmijnen van Zwartberg » van de N.V. Cockerill-Ougrée beliep, op 1 april 1966, 4.003 eenheden ; daarenboven waren er op dat ogenblik 224 bedienden en ingenieurs tewerkgesteld.

Op 31 december 1966 bleven nog ingeschreven 614 arbeiders en 118 bedienden en ingenieurs. Van de arbeiders waren er dan 2.291 of 57,2 % herplaatst waarvan 1.202 of 30,3 % in de mijnnijverheid.

De herplaatsing van het door de kolenmijn Zwartberg afgedankt personeel werd merkelijk vergemakkelijkt door de verbeteringen van de vergoedingen die reeds vroeger toegekend waren aan de slachtoffers van de mijnsluitingen ingevolge de wederaanpassingsovereenkomst afgesloten op 2 februari 1965 tussen de Hoge Autoriteit van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal en de Belgische regering. De verbeteringen aan deze overeenkomst hadden betrekking op de verhoging van het maximum referentieloon in geval van werkloosheid van 12.500 F naar 14.000 F per maand en van de forfaitaire uitkering ter vervanging van de kosteloze kolen van 400 F op 500 F evenals op de bepaling van de referentieperiode.

Andere verbeteringen werden aan de overeenkomst gebracht namelijk inzake de wederinstallatievergoeding die van 4.000 F op 6.000 F en van 2.000 F op 3.000 F naargelang de gehuwde werknemer of gezinshoofd al dan niet gehuisvest wordt door zijn werkgever. Ook de voorwaarden voor het bekomen van de verhuiskosten en de wederinstallatievergoeding werden in een bredere zin gewijzigd namelijk inzake de voorziene duur van de afwezigheid van de werknemer in zijn huisgezin en de afstand tussen de nieuwe werkplaats van de werknemer en zijn oudere woonplaats.

Een belangrijke factor in het verloop van de herplaatsingen was anderzijds de toekenning, ingevolge het koninklijk besluit van 22 juli 1966, van een herplaatsingspremie van 20.000 F aan de afgedankte werknemers die niet langer dan een bepaald termijn werkloos bleven.

Een koninklijk besluit van 20 mei 1966 voorziet ook bijzondere maatregelen om het terug tewerkstellen van moeilijk te plaatsen werknemers te vergemakkelijken.

Bovendien verklaarde de Hoge Autoriteit zich op 25 juli 1966 akkoord om voor de arbeiders en bedienden die als moeilijk herplaatsbaar kunnen beschouwd worden, de duur der uitbetaling van de E.G.K.S.-vergoedingen te brenegn van 12 op 18 maanden.

Effecten.

De Kempense kolenmijnen werken allen aan de verdere verbetering van hun effecten. De algemene lijnen van wat men in de volgende bladzijden terugvindt komen hierop neer : in de kolenwinning wordt gestreefd naar grotere snelheid van de schaven en verbetering van het schaafapparaat ; de Doraschaaf en de Huckepackschaaf, ook steneerklappenhobel genoemd en door sommigen « stapelschaaf » vindt meer en meer toepassing ; de trommelsnijmachines worden nog verbeterd wat het laden der kolen betreft ; een vermeldenswaardig feit is zeker het verschijnen van de eerste Eickhoffmachine in het Bekken. Zowel in de schaaf- als in de gesneden pijlers wordt de grootste aandacht besteed aan de nismachines.

Ook het materiaalvervoer wordt voor de meeste mijnen een voorwerp van intense studie. Sommige mijnen gaan over naar de monorailinstallatie Scharf, andere verbeteren de benuttingsgraad van hun bestaande sleepinstallaties. Daarenboven streeft men naar een verder doorgedreven mechanisatie van de voorbereidende werken.

Het resultaat van al deze inspanningen ziet men in tabellen VI en VII. Het ondergronds effect is

TABEL VI — *Effecten*

	Ondergrond		Onder- + Bovengrond	
1	2	3	4	5
1966	1.947 (2.071)	103,84	1.462	101,24
1965	1.875 (1.995)	104,92	1.444	105,40
1964	1.787 (1.901)	94,45	1.370	97,57
1963	1.893 (2.014)	102,27	1.404	103,62
1962	1.851 (1.969)	107,18	1.355	108,22

TABEL VII — INDEXEN 1966

(Aantal tewerkgestelde arbeiders per produktieeenheid van 100 t.)

Maand	Pijler	Ondergrond	Bovengrond	Onder- en Bovengrond
januari	17	51	18	69
februari	16	50	17	67
maart	16	49	18	67
april	16	50	18	68
mei	16	52	18	70
juni	16	52	16	68
juli	16	52	17	69
augustus	16	52	18	70
september	16	52	18	70
oktober	16	53	17	70
november	16	52	17	69
december	16	50	16	66
jaar 1966	16	51 (48)	17	68
jaar 1965	17	53 (50)	16	69
jaar 1964	17	56 (53)	17	73
jaar 1963	17	53 (50)	18	71
jaar 1962	18	54 (51)	20	74
jaar 1961	20	58 (55)	22	80

gestegen van 1.875 tot 1.947 kg volgens Belgische normen, en van 1.995 tot 2.071 kg volgens E.G.K.S.-normen (eliminatie van 6 % van het personeel, overeenkomend met het toezicht). Dit betekent een stijging met 3,84 % ten opzichte van vorig jaar, hetgeen wel goed is maar zeker onvoldoende om de aangroei der verliezen op bevredigende wijze af te remmen. Spijtig genoeg stellen wij een lichte stijging van de indexen vast op de bovengrond (tabel VII) hetgeen de winst in de ondergrond deels teniet doet. De toestand op dat oogpunt zal verbeteren in de loop van het jaar 1967 dank aan de afschaffing van de werkloosheidsdagen.

Uit tabel VIII en fig. 2 blijkt dat de Kempen in 1966 haar achterstand tegenover de E.G.K.S.-partners licht heeft zien vergroten. Waar de index van de Kempen met twee eenheden verminderd is stelt men een vermindering vast van drie eenheden in de E.G.K.S. Vermelden wij ook nog dat de index ondergrond voor België in 1966, 56 bedroeg, hetzij een ondergronds effect van 1.758 kg.

Technisch Coördinatiecomité.

Het Technisch Coördinatiecomité, belast met de studie van gemeenschappelijke technische problemen van de Kempense kolenmijnen, heeft zijn gewone activiteiten voortgezet in de loop van het jaar 1966.

Op het gebied van de statistische studies werkte het T.C.C. aan het punteren van het personeel, aan de gemechaniseerde ondersteuning en de transportbanden ; deze studies hebben eenvormigheid en betere kennis van de elementen van de kostprijs ten doel.

De inspanningen tot standardisering van bepaalde materialen, zoals lage-drukslangen, hoge-drukslangen en metalen kabels, werden voortgezet. Tevens ging de samenaankoop verder van transportbanden, metalen buizen, pantsergoten en lage-drukslangen. Vermindering van de kostprijs wordt eveneens nagestreefd door centralisatie in het herstellen van de pantsergoten en ondersteuningsmateriaal, snijmachines en hydraulische koppelingen.

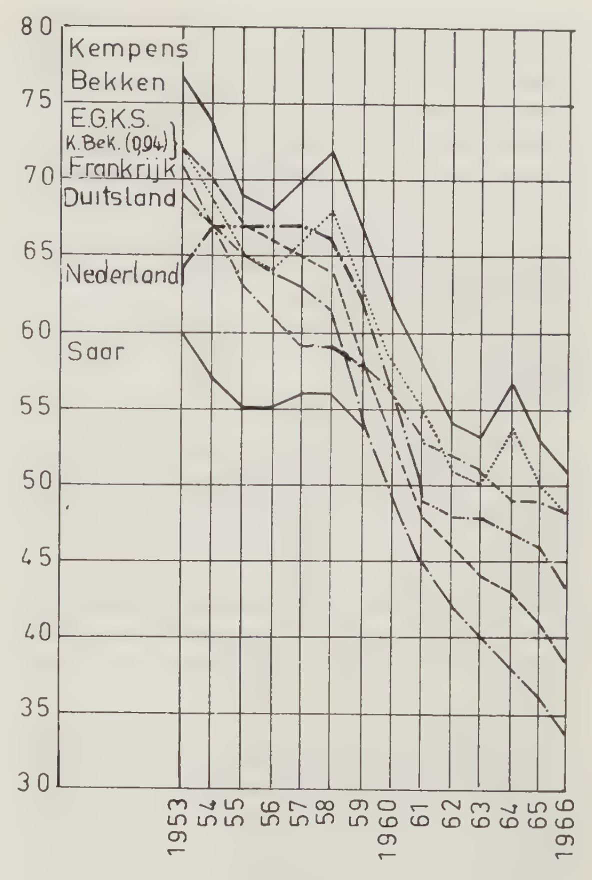


Fig. 2.
Indexen ondergrond.

TABEL VIII

Indexen ondergrond in de E.G.K.S.

Jaar	Kempens Bekken	Duitsland	Frankrijk	Saar	Nederland	E.G.K.S.
1956	68 (64)	64	61	55	67	66
1957	70 (66)	63	59	56	67	65
1958	72 (68)	61	59	56	66	64
1959	67 (63)	54	58	54	62	58
1960	62 (58)	49	56	—	56	53
1961	58 (55)	45	53	—	49	48
1962	54 (51)	42	52	—	48	46
1963	53 (50)	40	51	—	48	44
1964	56 (53)	38	49	—	47	43
1965	53 (50)	36	49	—	44	41
1966	51 (48)	33	48	—	43	38

Het T.C.C. wijdde zijn aandacht aan enkele bijzondere mijnbouwkundige problemen, namelijk de hydraulische schaafaandrijving, de benutting van de winmachines, de uitbreidingsmogelijkheden van het elektrisch vermogen in de ondergrond. Activiteiten van algemeen mijnbouwkundige aard waren de medewerking met de B.I.N.-commissie voor mijnmaterialen en met het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid voor het opstellen van een viertalige mijnterminologie.

Wetgeving.

Wat het bekken betreft, verschenen er drie besluiten over de verdeling van het rijksgebied inzake mijninspectie : het koninklijk besluit van 22 april 1966 tot wijziging van het koninklijk besluit van 7 januari 1966 voerde de speciale mijnsector in, die al de gemeenten met een bijzonder taalregiem groepeert, dit wil zeggen, de gemeenten van Brussel-Hoofdstad en de zes randgemeenten, die van de streek van Komen-Moeskroen, en die van de Voerstreek. De mijnsector hangt af van het Hoofdbestuur ; hij staat onder de verantwoordelijkheid van een ambtenaar die er naargelang van het geval de taak van hoofdingenieur-directeur of divisiedirecteur waarneemt en wiens rang door de minister wordt bepaald. Het ministerieel besluit van 10 mei 1966 bepaalde in overeenstemming met het voorgaande besluit de grenzen en de ondernemingen van de verschillende afdelingen en arrondissementen, en het koninklijk besluit van 11 juli 1966 deed hetzelfde voor de omschrijvingen van elk der afgevaardigden-werklieden bij het toezicht in de mijnen en in de groeven en graverijen.

Op 12 mei 1966 verscheen een ministerieel besluit betreffende de termijn voor de uitkering van werklozensteun ten gerieve van de Limburgse mijnwerkers.

Een wet van 1 juli 1966 voorziet dat de voordelen betreffende het toekennen van leningen tegen lage rente aan de mijnwerkers, met het oog op de aankoop of het bouwen van een woning, gewaarborgd blijven aan de ingevolge de sluiting van een kolenmijn afgedankte mijnwerkers of indien zij aan het beroep van mijnwerker verzaken nadat de regering een beslissing genomen heeft die voorziet dat de kolenmijn waar zij werken zal gesloten worden.

Op 17 mei 1966 werd bij koninklijk besluit de vergunning tot verkennen en ontginnen van petroleum en brandbare gassen ingetrokken, die verleend werd aan de Belgian Shell Company en betrekking had op gebieden in de provincies Oost- en West-Vlaanderen en Henegouwen.

Tenslotte verschenen er 15 koninklijke besluiten tot bekrachtiging van beslissingen van verschillende gewestelijke paritaire commissies uit het groef- en graverijbedrijf, betreffende de arbeidsvoorwaarden, de vervanging van feestdagen, de regeling van het jaarlijks verlof, de eenheidslonen, en de oprichting van een Fonds voor bestaanszekerheid, dit laatste in het Land van Waas.

Provinciale Adviserende Raad voor de Kolennijverheid van het Kempens Bekken.

De Provinciale Adviserende Raad voor de Kolennijverheid van het Kempens Bekken kwam viermaal bijeen in 1966.

Op 1 februari 1966 werd in aanwezigheid van drie leden van het Directorium, een bespreking gewijd aan een nota, opgesteld door de heer Lycops, lid van de Raad, over de afzetmogelijkheden der Kempense kolen waarin hij zich kantte tegen de invoer van vette kolen B, die voordelig door Kempense kolen zouden kunnen vervangen worden, voordelig omdat daardoor de zware financiële lasten en verliezen, die voor de Staat uit het inleggen van verletdagen in de mijnen, zouden voorkomen worden. Hij pleitte eveneens voor de uitbreiding van de produktie van elektriciteit in de mijnstreek en in het algemeen voor meer coördinatie tussen de verschillende administraties die zich rechtstreeks en onrechtstreeks met de kolenkwestie moeten inlaten.

De woordvoerder van het Directorium raakte talrijke problemen aan, zoals de hulp aan de staalnijverheid en andere gesubsidieerde Belgische bedrijfstakken ; de prijsverhoging van de kWh voortvloeiend uit een toeneming van het kolenverbruik ; de rol van het Belgisch Kolenbureau als verkoopsorganisatie.

Terwijl sommige leden de bespreking van de voorstellen van de heer Lycops nog wensten te hernemen, werd overgestapt op de problemen in het leven geroepen door de aangekondigde sluiting van de kolenmijn Zwartberg, beslissing die inmiddels aanleiding had gegeven tot een algemene staking van het personeel der betrokken kolenmijn. Aan de Raad werden een aantal maatregelen waartoe de Regering reeds had besloten medegedeeld. Er werd verder vooral gesproken over de plaatsingsmogelijkheden en de aanwezige werknemersafgevaardigden vroegen de spreiding der afdanking te willen koppelen aan de herplaatsingsmogelijkheden.

Op dat ogenblik werden vakbondafgevaardigden van de twee grote mijnwerkersvakbonden, alsook leden van het comité van « Goede Wil » door de Voorzitter ingelicht over de voorstellen van de Regering. De genodigden wensten echter dat de beslissing tot sluiting zou ingetrokken worden. Tenslotte werd een akkoord bereikt om de produktie te verminderen in verhouding tot het personeel dat de mijn verlaten heeft.

Dit akkoord dat naderhand door de Regering goedgekeurd werd en verder als « akkoord van Zwartberg » betiteld werd, steunde op de volgende punten :

a) de datum van de definitieve sluiting van de mijn zal vastgesteld worden in functie van de mogelijkheden tot herplaatsing van het personeel ;

b) de modaliteiten van de herplaatsing zullen onmiddellijk onderzocht worden ;

c) de produktie zal verminderen in verhouding tot het geleidelijk herplaatsen van het personeel ;

d) de vooropzeg van de bedienden en kaderpersoneel zal verlengd worden.

Op 22 februari werden de voorstellen omtrent de afzetmogelijkheden naar de cokesbedrijven en de elektriciteitscentrales verder uitgediept. Als besluit van zijn betoog werd het advies 1966/I geformuleerd waaruit bleek dat de produktievermindering gepland door het Directorium zou aanleiding geven tot het ontslaan van een groot aantal mijnwerkers dat in de provincie Limburg onmogelijk kon tewerkgesteld worden ; dat van de drie mogelijke oplossingen : het inleggen van verletdagen, stockeren of de afzet bevorderen door subsidies, de laatste veruit de voordeligste was.

Dit advies werd in de vergadering van 15 maart door de Heer Bayens besproken. Hij ontkende de waarde van het cijfermateriaal en van de principiepen wegens de terugslag op de volgende jaren. Volgens hem moet bijkomende afzet worden gevonden in het buitenland. Hij kwam terug op de noodzaak : volgens hem, van verletdagen, collectief verlof, aanpassen van de produktieprogramma's, beperkte stockering, en tenslotte een campagne voor afzet van huishoudkolen. Er werd over en weer gepraat zonder dat de standpunten dichter bij elkaar kwamen.

Op de laatste vergadering van het jaar, gehouden op 12 juni, werd een document onderzocht betreffende het programma 1967. Een eerste opmerking van de leden gold het feit dat andere belangrijke documenten niet aan de Raad waren medegedeeld. Het interesseerde de leden vooral te weten op welke gronden de beslissing tot sluiting van een volgende mijn zou worden getroffen. Een lid vroeg dat men niet het globale bedrijfsdeficiet van een onderneming zou in aanmerking nemen, maar enkel de uitslagen per ton. De besprekingen evolueerden verder in de richting van een suggestie tot gelijkschakeling van de Belgische cokeskolenprijzen met de Amerikaanse, en een vermeerdering van de afzet aan de elektrische centrales. Voor de praktische verwezenlijking van die plannen kon echter geen eensgezinde houding gevonden worden, aangezien de belangen der verschillende mijnondernemingen uiteen liepen en de niet patronale afgevaardigden er inzake reconversie een enigszins andere mening op nahielden dan de ondernemingshoofden. Tenslotte werd het advies 1966/II opgesteld, waarin betoogd werd dat de Raad de geplande produktievermindering en het sluiten van een nieuwe zetel om sociale redenen en om reden van bevordering onverantwoord achtte. Er werd gevraagd de mogelijkheid te onderzoeken om de Belgische kolen bij de cokesfabrieken af te zetten, mits het invoeren van aangepaste vreemde kolen, en tenslotte werd de wens geuit dat een produktievermindering zou uitgesteld worden tot na 1970, en dan nog zou verlopen volgens een plan dat minstens vijf jaar zou overspannen. De aandacht van de Regering werd tenslotte gevestigd op de noodzaak om de reconversie van het gewest te bevorderen. Dit advies werd aan verschillende Regeringsleden en andere invloedrijke personen meegedeeld.

II. CONCESSIES

Er vielen in 1966 geen nieuwe concessies, geen aaneensmeltingen of verpachtingen te noteren. De overeenkomst tussen de Belgische kolenmijn Limburg-Maas en de Nederlandse Maurits kreeg in de loop van 1966 de goedkeuring van beide regeringen maar het verdrag werd pas begin 1967 geratificeerd. Dit verdrag beoogt de ontginning over de landsgrenzen in een strook met een breedte van 500 m.

III. OPSPORINGEN

1. Diepboringen.

Er werden in de loop van het jaar 1966 geen diepboringen uitgevoerd in de mijnconcessies van het Kempens bekken.

2. Opsporingen in de ondergrond.

Binnenboringen tot verkenning van de afzetting werden uitgevoerd door de kolenmijnen Beringen, Winterslag en Limburg-Maas in de loop van het verslagjaar.

De kolenmijn Beringen dreef een opwaartse boring aan het front van de steengang zuid op 789 m. De lengte bedroeg schuin 60,51 m en vertikaal 57,71 m. De boring had tot doel het niveau te bepalen van de laag 66/67/68. De volgende lagen werden aangeboord : de laag 70 (onderste laag 1,66 m dik) ; laag 70 (bovenste laag 1,19 m dik), met een tussenafstand van 1,47 m van dak tot vloer ; de laag 66/67/68 (1,00 m dik).

De kolenmijn Winterslag heeft in totaal zesenveertig kernboringen uitgevoerd, waarvan negenentwintig met een lengte van 25 tot 75 m en de andere gaande tot 150 m. De totale lengte bedroeg 3.160 m. De verkenningsboringen hadden een dubbel doel : in het westen, waar een gedeelte van de staatsconcessie ontgonnen wordt, moeten de grove aanduidingen die destijds door de seismische prospectie verkregen werden, aangevuld worden. Bovendien geeft de seismische prospectie in vele gevallen aanleiding tot verschillende interpretaties, waartussen dank zij de kernboringen de juiste kan aangewezen worden.

De kolenmijn Limburg-Maas voerde twee niet-gekernde binnenboringen uit, de eerste op de verdieping van 600 m, in de verkenningssteengang van de tweede reeks, de andere eveneens in de tweede reeks, doch op de verdieping van 700 m. Deze boringen hadden respectievelijk een lengte van 22 en 5,70 m en dienden om de laag 2 te verkennen. Op de verdieping van 600 m bleek de laag een dikte te hebben van 0,75 m, op 700 m van 2,00 m.

IV. DE ONDERGRONDSE WERKEN

In de kolenmijn Beringen werd het hoofdsteengangennet, ook verkenningssteengangennet genoemd, verlengd met 789 m. In al deze steengangen bestond de bekleding uit betonblokken met een inwendige diameter van 4,50 m. In de ontginningssteengangen werden in totaal 2.183 m afgelegd, waarvan 653 m in betonblokken op 4,50 m, 966 m in Mollramen, en de rest in jukbouw (de vertakkingen) of Toussaint-Heintzmannramen.

In de zetel Voort van de kolenmijnen Helchteren-Zolder-Houthalen, werden in totaal 1.311 m steengangen aangelegd met bekleding in blokken op 4,20 m diameter. In de zetel Houthalen werden enkel 273 m nagebroken in blokken in de Westrichtsteengang die naar de concessie Helchteren-Zolder leidt. De verbinding tussen beide zetels op de verdieping van 810 m kwam verleden jaar gereed, met een voorlopige bekleding in Toussaint-Heintzmannramen. In 1966 werden 726 m van deze steengang nagebroken in betonblokken op 5,20 m.

In de kolenmijn Zwartberg werd vanzelfsprekend de bestaande steengangennet niet verder uitgebreid.

De kolenmijn Winterslag legde in totaal 1099 m steengangen aan in blokken van 4,80 m en 1.356 m in blokken van 4 m, benevens 1.332 m in Winterslagramen. Als bijzondere werken signaleren wij de voortzetting van de aanleg van een watergalerij waarvan in 1966, 7,80 m gedreven werd.

De kolenmijn André Dumont vermeerderde haar hoofdsteengangennet in 1966 met 1.180 m ; de bekleding bestond meestal uit blokken van 4,80 m uitzonderlijk uit blokken van 4 m. Daarenboven werden in de oostelijke richtsteengangen 198 m nagebroken op een diameter van 4,80 m.

In de kolenmijn Limburg-Maas werd het hoofdsteengangennet uitgebreid met 2.774 m, waarvan 2.211 m bekleed met blokken ; bovendien vergde het openleggen der werkplaatsen nog eens 2.429 m steengangen, hellende steengangen en doorhouwen, die alle werden uitgevoerd in ramen.

V. DE BOVENGRONDSE WERKEN

Extractie en kolenbehandeling.

De kolenmijn Beringen heeft een verwarmingssysteem van eigen vinding gemonteerd op de voorklasseerzeven van de kolenwaserij III. Deze zeven, waarop de ruwe produkten 0/80 worden gescheiden in 0/12 en 12/80 geraakten verstopt door de aankomst van speciaal vochtige ladingen, en deze verstopping kon enkel na stilleggen van de zeven verwijderd worden. Inmiddels ging veel fijnkool met de geklasseerde mee.

Een gewone elektrische verwarming door inductie scheen niet mogelijk behalve op tralievormige zeven. Nu houdt de kolenmijn speciaal aan het gebruik van zeven in doorboorde plaat omdat een beschadiging van een dergelijke zeef minder gemakkelijk voorkomt en minder zware gevolgen heeft. De kolenmijn heeft dan zelf een verwarmingssysteem uitgevonden waarbij de zeefplaat gebruikt wordt als weerstand.

Om de stroom een langere weg te doen afleggen heeft men de zeefplaat in vier gelijke delen verdeeld die in serie worden doorlopen en dan ook van elkaar geïsoleerd zijn.

Er zijn vier grote zeven met een oppervlakte van 9,3 m^2, die elk 16,5 kW verbruiken, en zes kleine met een oppervlakte van 5,3 m^2 en een verbruik van 8,5 kW. De temperatuur der platen bedraagt 75 °C. De spanning bedraagt 22 V op de grote en 16 tot 17 V op de kleine zeven. De stroomsterkte is respectievelijk 750 en 500 A.

De werking geeft voldoening, vermits verstoppingen, die door de aanvoer van extra vochtige ladingen ontstaan, korte tijd nadat de vochtigheid normaal geworden is opnieuw verdwenen zijn.

Dezelfde kolenmijn heeft een horizontale centrifugaaldroger in dienst genomen om de vochtigheid van voor verkoop bestaande mixtkolen te verminderen, van 12 tot 15 % tot minder dan 10 en soms 8 %. Het doel hiervan is de transportkosten te verminderen.

De breker heeft een horizontale as. De lading wordt voortbewogen door trillingen. De uurcapaciteit bedraagt 50 t/u.

De kolenmijn Beringen gaat ook voort met de verkoop van de vulhaard voor vette kolen Limcalor. Men is bezig aan het vierde honderdtal. De meeste dezer haarden werken in Limburg en de Kempen maar men vindt er ook in de Vlaanderen. Vele personen sluiten een onderhoudscontract af met de mijn. Het laatste model heeft nog kleine wijzigingen ondergaan maar schijnt nu zodanig afgewerkt dat men aan een werkelijke serieproduktie gaat denken.

De kolenmijn heeft nu acht van de twaalf locomotieven uitgerust met draadloze telefoon ; twee machines konden door deze maatregel buiten bedrijf gesteld worden. De posten zijn draagbaar en kunnen gemakkelijk van de ene locomotief naar de andere verplaatst worden.

Op de kolenmijn van Helchteren Zolder Houthalen gebeurde de volledige extractie van de maand april af uitsluitend langs de schachten van Zolder zodat de kolenwasserij van de zetel Houthalen volledig buiten dienst werd gesteld. Alleen blijft het steenstort in bedrijf voor de stenen die langs de schachten van Houthalen opgehaald worden.

Op de bedrijfszetel Voort van deze kolenmijn heeft men een installatie met grote capaciteit ontworpen voor het mengen van eigen kolen met kolen uit het buitenland, met het doel een goed cokesmengsel te kunnen leveren.

De volledige installatie zal bestaan uit een kipstoel voor gewone spoorwagons, drie bunkertorens met een inhoud van 400 ton elk, twee doseertafels, twee mengelaars, en een bunkertoren voor de lading. Er komen twee laadbruggen, de ene aan de kipstoel, de andere aan het laadpunt van het gemengde produkt.

De ruwbouw van deze installatie was nagenoeg klaar einde 1966. Een groot gedeelte van het metalen vakwerk werd in de werkhuizen van de mijn gemaakt. De hoge bunkers werden opgetrokken in een minimum van tijd met het systeem van schuivende bekisting. Hierbij wordt de bekisting in haar geheel omhooggeperst zohaast een pas droog is ; dit duurt minimum 24 uren.

De capaciteit der mengelaars bedraagt 9.000 ton per dag. De overige installaties dienen later uitgebreid te worden om deze capaciteit te bereiken. Onder meer is de fundering gelegd voor nog twee bunkertorens.

Een bijkomende inrichting is de brekerij. De kolen van Zolder zijn namelijk grover dan de buitenlandse en moeten van 0/10 gebroken worden tot 0/5, met een maximum van 10 % boven de 5 mm. Dit gebeurt voorlopig in een getransformeerde slingerbreker Hazemag met een uurcapaciteit van 120 t, gerecupereerd in de kolenmijn Houthalen. Twee andere brekers, die later in dienst komen, werden eveneens gerecupereed, de ene te Zwartberg, de andere in Duitsland.

De installatie kan nog voor andere doeleinden dienen : men kan ze gebruiken om een zekere voorraad gebroken kolen van eigen produktie op te stapelen, en men overweegt zelfs kolen van de stock terug te halen als vermageringsmiddel, wegens de verzwakking van de Arnu-index.

Het bovenbeschreven project betekent natuurlijk een verzwaring voor het bovengronds vervoer, waarin het vervoer van de stenen naar de steenberg een grote rol speelt. Dit vervoer gebeurt momenteel met dieseltreinen en zal in de eerste jaren per spoor blijven gaan, juist omdat men de gelegenheid heeft de lijn te elektrificeren met materiaal van de zetel Houthalen. Men is evenwel bezig de nodige gebouwen en transportbanden aan te leggen om de twee steentorens die van de zuivere stenen en die van de wasserijstenen, in een punt samen te brengen, en wel ten Noorden van de spoorlijnen die de menginstallatie bedienen. Aangezien ook de steenberg ten Noorden ligt, zal men op die manier alle spooroverwegen vermijden.

De centrale steentoren met een inhoud van 1.000 m^3 wordt opgericht in het verlengde van het rechte spoor naar de steenberg en bevoorraad met behulp van een transportband van 275 m. Op die manier heeft men de eventuele bouw van een transportband naar de steenberg willen vergemakkelijken.

De kolenmijn Winterslag heeft de zeefoppervlakte der bruto kolen nog moeten vergroten door het inbouwen van een aantal zeven Allis-Chalmers. De klasse 0/10 der bruto kolen moet zo goed mogelijk gezuiverd worden van de stofkolen : tot nu toe gebeurde die scheiding niet in voldoende mate zodat er in het spoelwater van de zware-vloeistof-wasserij te veel kolenslik aangetroffen werd.

Anderzijds werden voor het terugwinnen van het magnetiet zoals op de meeste andere mijnen permanente magneten aangeschaft, die ten opzichte van de elektro-magneten een beter rendement geven en minder onderhoud vergen.

Dezelfde kolenmijn gebruikt nog uitsluitend diesellocomotieven voor het vervoer op de bovengrond. Er zijn thans acht locomotieven in dienst. De vernieuwing van het spoornet waarover gesproken werd in vorig jaarverslag gaat normaal verder. Men werkt aan de oprichting van een centraal laadpunt waar een mengsel van vier verschillende bestanddelen kan gevormd worden : cokesfijnkolen, gebroken geklasseerde kolen, ongezuiverde stofkolen en geflotteerd slik.

Voor de automatische menging van de cokeskolen zal een asanalyseertoestel Cendrex, werkend met geïoniseerde stralingen, geïnstalleerd worden.

De kolenmijn André Dumont heeft verschillende verbeteringen aangebracht inzake behandeling van de wagens, de kolen en de afvalstenen.

In de omloop der volle wagens werd het oude kettingsysteem door een nieuw vervangen. In de omloop der ledige wagens werd een foto-elektrisch gabarit aangebracht waardoor de opdrukketting automatisch wordt stilgelegd wanneer een wagen ontspoort. Overigens werden in 1966 nog 355 grote wagens van 2000 liter in gebruik genomen, zodat het totaal aantal grote wagens einde 1966, 2.729 bedroeg.

In de zeverij 0/10 werden de warme zeven 0/2 gegroepeerd, als eerste stap naar de vereenvoudiging van de hele zeverij-wasserij. Deze vereenvoudiging zal gebeuren in de loop van verschillende jaren ; ze beoogt een vermindering van het aantal toestellen en tevens een aanpassing van het product aan de vraag. De geklasseerde kolen gaan daarin minder vertegenwoordigen, en de stukkolen 80/+ gans wegvallen.

Een aantal stalen buizen werden vervangen door slangen in gewapende rubber. De linatex-voering van de circulatiepompen voor zware vloeistof werden vervangen door voeringen in chroomstaal.

Op de steenberg werd een hydraulische hijsinstallatie aangebracht om de beweegbare transportband, die door de verzakkingen herhaaldelijk uit het niveau gaat, terug in horizontale stand te brengen.

Dezelfde kolenmijn is begonnen met de uitwerking van een uitgebreid programma van concentratie, op de bovengrond. De opslagplaatsen voor ijzer, hout en beton zullen nabij de schachten gebracht worden en het transport met kleine wagens zal worden afgeschaft. De bodem wordt waar nodig gebetonneerd en de materialen behandeld met heftrucks. In 1966 werd de blokkenopslagplaats gemoderniseerd en werd tussen beide schachten een stapelplaats voor materialen ingericht. De andere werken zijn in uitvoering. De ruimte die daardoor op middelgrote afstand van de schacht vrijkomt, zal worden aangewend voor het opslaan van gebeurlijke kolenvoorraden.

Het keuren van de ophaalkabels is zoals overal elders een belangrijk werk vanwege de frequentie waarmee het voorkomt en de kosten die er telkens mee gepaard gaan. Nu heeft men op André Dumont een verdere vereenvoudiging toegepast, waardoor het klemmen van de kabel op de koepeschijf, ten einde lus te geven voor het openen van de kabel, wordt vermeden. Nadat de kabels boven beide kooien werden opgevangen door conische klemmen die op balken rusten, worden bedoelde balken aan een kant hydraulisch gelicht, waardoor de kabel over gans de bovengrondse lengte ontspannen wordt.

Tenslotte werden de top van de steenberg en de cabines van twee laadportieken langs de radio verbonden met het bureau van de verantwoordelijke ingenieur.

Automatische wissels, eveneens met radiogolven bediend, werden beproefd doch, wegens een gebrek aan selectiviteit, moest de radioinstallatie vervangen worden door een SONARC-installatie met ultrageluidsgolven.

De kolenmijn Limburg-Maas heeft de wagenomlopen op de bovengrond verder gemoderniseerd en aangepast voor grote wagens. Talrijke bochten hebben reeds een straal van 9 m. De sporen der volle wagens, komend van de beide schachten, en in totaal ten getale van zes, worden eerst op een enkel spoor geconcentreerd en vervolgens opnieuw in zes sporen gesplitst. Dit systeem, dat van uit een centrale post bediend wordt, maakt een volledige sortering mogelijk. Langs dit enkel spoor waarover al de wagens normaal moeten gaan, bestaan er nog twee zijsporen voor noodgevallen.

Vervolgens worden de wagens opgedrukt door vier opdrukkettingen Fröhlick u. Klüpfel; daarop komen de steenwagens in een nieuwe grote kipper die twee oude kleinere toestellen vervangt. De produkten vallen op een gummiband van 1,80 m breedte die ze, al naargelang van zijn looprichting, ofwel naar de steentoren voert ofwel naar de wasserij. Hierover beslist een persoon die de kipper in het oog houdt.

Verder werd in de wasserij een derde centrifugedroger Humboldt geïnstalleerd, met een capaciteit van 80 t/u, voor het drogen van cokesfijnkolen tot een vochtigheid van 17,7 %.

Er werden ook moderniseringen doorgevoerd in het verkoopapparaat. De kontante verkoop van de zetel werd overgebracht naar de kolenhaven. Voor de industriële verkoop werd een nieuwe automatische weegbrug in gebruik genomen. De enige bedienaar heeft toezicht over een hydraulische portaalgrijper Demag van 3 ton waarmee hij uit tien verschillende vakken alle beschikbare kolen kan wegnemen om er de ladingen mee aan te vullen of omgekeerd. Hij heeft twee automatisch registrerende balansen Dalimier van 40 ton, die verbonden zijn aan een rekenmachine ADDO. Na een eerste weging geeft de machine de af te nemen of bij te voegen hoeveelheid aan. Uiteindelijk wordt het definitief gewicht van elke wagon aangetekend op drie plaatsen : bij de weegbrug zelf, op het verkoopkantoor en op het verzendkantoor.

De wagens worden vooruitgetrokken door middel van een elektrische lier Windhoff die een stootwagen met ballast voortbeweegt aan een kabel zonder einde. De snelheid bedraagt 15 m/min voorwaarts en 90 m/min achterwaarts. Er is een automatische instelling van de kabellengte, waardoor zowel de permanente rek als de veranderlijke rek tijdens elke trek wordt gecompenseerd.

Nevenbedrijven.

De Kebo-installatie die drie mijnen van het bekken op de zetel Voort opgericht hebben onderging enkele kleine wijzigingen : er werd een aanvang gemaakt met de bouw van een breker voor het malen van de maniokwortels die met de kolen worden gemengd, omdat dit voordelig uitkomt in vergelijking met het kopen van gemalen maniok.

Ook blijkt dat de enige recuperatiestoomketel voor de verwerking van de distillatiegassen ontoereikend is, zodat nooit meer dan twee van de vier carboniseerovens konden werken zonder dat schadelijke en onaangename dampen werden geloosd in de vrije lucht. Er werd dan ook begonnen met de aanleg van een tweede verbrandingsoven, waarin evenwel geen recuperatie zal gebeuren omdat men momenteel geen afzet heeft van de voortgebrachte calorieën.

Voor beide installaties werden in 1966 de funderingen en een gedeelte van het ijzeren vakwerk geplaatst.

Werkhuizen.

Op het vrijgekomen terrein van de kontantverkoop op de zetel zelf heeft de kolenmijn Limburg-Maas een groots opgevatte herstelwerkplaats van vervormde galerijramen opgericht.

Het vroegere stockeerterrein dient nu om de vervormde ramen op te stapelen, waarbij een sortering moet gebeuren zodanig dat alle stukken die door dezelfde pers kunnen behandeld worden samen blijven.

De vroegere portaalgrijper blijft in dienst. Het feit dat hij te groot is wordt gecompenseerd door de overweging dat er momenteel geen beter gebruik van kan gemaakt worden. De kraan kan evenwel niet in de nieuw gebouwde werkplaats binnen rijden zodat de lading de laatste meters moet afleggen over een hellend vlak.

De ramen komen eerst in de oven Brohn-Düsseldorf waarin ze met een periode van 36 seconden worden vooruitgeschoven en in totaal gedurende een kwartier blootgesteld worden aan een temperatuur van 900 °C, verkregen door middel van butaan. Daartoe ondergaat elk stuk 25 periodische bewegingen. De betreffende installatie bestaat uit een hydraulisch mechanisme en uit bewegende nokken die in de bodem van de oven liggen en gemaakt zijn uit vuurvast staal gevuld met vuurvast cement. De hele stukken worden automatisch afgeraapt en met een kraan in de wals gebracht.

Deze werd vervaardigd door de firma Ateliers de Cornillon te Luik. Ze bevat vijf paren rollen elk met drie groeven, voor de verwerking van verschillende profielen. Het persen gebeurt hydraulisch, de rollen zelf worden bewogen door een Ward-Leonard-groep en een reductor met 10 uitgaande assen, die met 10 stangen en 20 cardankoppelingen aan de pers verbonden is. Op het laatste ogenblik werd besloten aan de buitenkant van de pers, dus in oversteek nog 10 rollen te plaatsen voor het in vorm brengen van de nieuwe ramen Eris-Launay.

De ramen worden na het walsen automatisch opgevangen door een machine met elektronische uitrusting die zich aanpast aan de lengte van elk element, en die de nog hete ramen naar de pers brengt.

De pers werd vervaardigd door L.V.B. te Gullegem bij Kortrijk. Ze ontwikkelt een druk van 300 atm en een totale kracht van 300 t. De hoofdmotor heeft een vermogen van 75 pk. De slag bedraagt 1,20 m.

Uiteindelijk moet nog een automatische afraper gemaakt worden die de gevormde ramen op mijnwagens stapelt.

De butaantanks (2 $\times$ 22 m^2) gebouwd voor propaan (dat momenteel moeilijk te krijgen is) leveren de brandstof over een verdamper Mallet, die verwarmd wordt met de stoom van een lagedrukstoomketel Richard.

Betonblokkenfabrieken.

De kolenmijn Beringen heeft de aanvoer van materialen naar de blokkenfabriek vereenvoudigd. Tot nu toe werden grote hoeveelheden aangevoerd per schip, hetgeen het lossen der schepen in wagens en het lossen der wagens in de fabriek, telkens met een grijper, noodzakelijk maakte. Men heeft dit afgeschaft en laat nu alles aanvoeren in vrachtwagens die hun lading doorheen een rooster op een transportband kippen, vanwaar ze rechtstreeks in de silo's belandt.

VI. TECHNISCHE AANGELEGENHEDEN

Veiligheidsdak.

De kolenmijn Limburg-Maas was de enige die in 1966 boringen verrichtte naar de dekterreinen. Er werden in de loop van het jaar 56 boringen uitgevoerd, hetgeen het totaal van deze mijn op 1.257 brengt. De lengte van deze boringen schommelde tussen 14 en 130 m. Sommige waren verkenningsboringen, de meeste aftapboringen met het oog op een veilige ontginning in de 50 m veiligheidszone ; er werd evenwel uit geen enkele boring een belangrijke hoeveelheid water getrokken.

De produktie in deze zone beliep in de loop van 1966 308.517 ton ; ze zal geleidelijk verminderen

gezien de grote onkosten die met zulke ontginning gepaard gaan.

Grensmuren.

Er kwam in de loop van het verslagjaar geen enkel geval voor van ontginning van de 10 m brede grensmuur die luidens artikel 4 van het koninklijk besluit van 20 september 1950, later artikel 7bis van de gecoördineerde mijnwetten, aan beide zijden van de concessiegrens moet behouden blijven.

Hoofdschachten en blinde schachten.

Betreffende de hoofdschachten, verleende ondergetekende in de loop van 1966, zes afwijkingen van de bepalingen van het koninklijk besluit van 10 december 1910 op de toegangswegen en schachten, waarvan een van artikels 20 en 43 tot vermindering van de veiligheidscoëfficiënt bij de plaatsing van een ophaalkabel, vier van artikel 43 tot verlenging van de dienstduur boven 18 maanden, en één van artikel 6 tot afschaffing van de ladders over een gedeelte van de schacht.

Anderzijds werden er afwijgingen van de artikels 16 - 4° en 30 van hetzelfde besluit verleend ten behoeve van het personenvervoer in 70 blinde schachten, ten einde de kolenmijnen te ontheffen van het gebruik van samenlopende geleidingen en standwijzers. Voor 7 blinde schachten werd de dienstduur van de ophaalkabel boven de 18 maanden verlengd. In 18 blinde schachten werd in afwijking van artikel 18 het gebruik van vertikale ladders toegelaten met het oog op een gemakkelijk verkeer langs die ladders voor de reddingsploegen uitgerust met ademhalingstoestellen.

De kolenmijn André Dumont zoekt reeds lang een oplossing van het probleem van de luchtweerstand in de schachten. Uiteindelijk heeft men, vooral dank zij proeven uitgevoerd op een schaalmodel in Essen (Duitsland) vastgesteld dat effen lappen, gehangen tussen de sporen, tegen de dwarsliggers, de turbulentie en dus ook de weerstand in de schacht kunnen verminderen. Men heeft in 1966 op die manier 150 m bekleed in schacht I, met een stof bestaande uit een plastiek versterkt met weefsel, dat de naam draagt van Multiplast en door het Nationaal Mijninstituut als onbrandbaar werd erkend. De vermindering van weerstand beloopt nagenoeg 30 %. Deze vermindering is relatief sterker in de bekuiping, omdat de overblijvende segmenten, tussen de beide beklede vlakken, in dit gedeelte ruwer zijn dan in het metselwerk.

De kolenmijn Limburg-Maas heeft een oplossing gevonden voor de moeilijkheden die gepaard gaan met herstellings- en onderhoudswerken in schachten, en voortkomen uit een gebrek aan communicatiemiddelen. De Telechar, ontworpen door een Belgische firma onder leiding van Inichar, geeft zelfs in deze zeer moeilijke omstandigheden (ijzeren wandbekleding, ijzeren dwarsbalken) goede resultaten.

Er gebeurde een dodelijk ongeval in een hoofdschacht. Tijdens een schouwing in volle dag, naar aanleiding van het bevriezen van een waterleiding, werd een opzichter in de kooi aan het hoofd getroffen door een andere kooi die op extractiesnelheid voorbij kwam.

Twee ongevallen gebeurden in blinde schachten als gevolg van het niet naleven der voorschriften. Een arbeider viel uit een kooi waarin het personenvervoer niet toegelaten was ; een andere geraakte om niet bekende redenen in de voet van een schachtkoker en werd er door de neerdalende kooi geplet.

Een ongeval was te wijten aan het begeven van een laddervloer tijdens onderhoudswerken. Wegens de speciale omstandigheden, sleet van vloeren en schuttingen, achtte het divisiecomité het nuttig de ladders vast te leggen alvorens ze als steunpunt te gebruiken ; voor alle werken waar het risico van een val bestaat raadde het veiligheidsgordels aan en wel de nieuwsoortige lichtere gordels die gemakkelijker door het personeel zullen aanvaard worden.

Tenslotte was het gebruik van dergelijke gordels ook de aanleiding tot een dodelijk ongeval. Tijdens het laden van een kooi in een oude blinde schacht stond een arbeider op een dwarsbalk om de stukken met de top aan de hijskabel vast te maken. Nadien wilde deze arbeider zich met de kooi laten wegvoeren maar hij vergat zijn gordel los te maken. De mijn besliste dat verplaatsingen in de blinde schacht met de ladders moesten gebeuren.

Winning.

Tabel IX toont aan dat de verhoudingen der produkties die met de verschillende winmethoden werden voortgebracht, in 1966 weinig veranderingen hebben ondergaan.

De totale hoeveelheid der mechanisch gewonnen kolen blijft rond de 96 % schommelen ; de schaven vertonen een lichte achteruitgang vooral ten gunste van de snijmachines, maar behouden toch hun sterk overwicht dat reeds in 1965 tot uiting kwam.

Volgens tabel IXbis stellen wij een vermeerdering van de pijlerlengte vast alsmede van de produktie per dag. Naar onze mening betreft het hier vooral een stijging van het gemiddelde cijfer door het elimineren van minder interessante werkplaatsen.

De tabel IXbis leert ons nog dat er praktisch geen wijzigingen optraden in de geologische kenmerken der ontgonnen lagen, maar dat er spijtig genoeg ook geen vooruitgang werd gemaakt in de factor die thans voor de concentratie der bedrijven de belang-

TABEL IX.

Aandeel in de produktie van de verschillende winmethoden.

	1964	1965	1966
I. *Afbouwhamer*	5,7	1,4	3,9
Combinatie afbouwhamer (snijmachine) en springstof	0,9	1,9	—
II. *Totaal der combinaties met afbouwhamer*	0,9	1,9	—
Schaven	73,0	87,0	85,4
Trommelsnijmachines	20,4	9,7	10,7
III. *Totaal gemechaniseerde winning*	94,3	96,7	96,1
	100,0	100,0	100,0

TABEL IXbis

Geologische en technische kenmerken der pijlers.

	1963	1964	1965	1966
Gemiddelde dikte der laag in cm	110	109	109	109
Gemiddelde opening der laag in cm	136	133	133	135
Gemiddelde volumetrische zuiverheid	0,81	0,82	0,82	0,81
Gemiddelde gravimetrische zuiverheid	0,72	0,74	0,74	0,73
Gemiddelde dagelijkse produktie in t	412	425	445	465
Gemiddelde pijlerlengte in m	178	181	185	191
Gemiddelde dagelijkse vooruitgang in m/dag	1,47	1,47	1,54	1,52

rijkste geworden is : de vooruitgang per dag. Hij is zelfs met 2 cm verminderd van 1,54 tot 1,52 m.

In de vorige jaarverslagen werd er herhaaldelijk op gewezen dat de vooruitgang der pijlers per dag een der voornaamste gegevens is waaraan men de mogelijkheden tot verbetering van de produktiviteit van een mijnbedrijf kan toetsen ; indien deze vooruitgang onvoldoende is of niet snel genoeg stijgt, ligt daar de meest aangewezen manier om de kostprijs te verbeteren zonder grote investeringen of toevoer van nieuwe arbeidskrachten.

Het oordeel over de — te trage — evolutie van de vooruitgang per dag was gebaseerd op de gegevens van de technische statistiek, opgesteld volgens de onderrichtingen van het Mijnwezen. Volgens deze onderrichtingen wordt de vooruitgang berekend als het rekenkundig gemiddelde van al de pijlers van elke mijn en uiteindelijk van heel het bekken. Deze methode kan bruikbaar zijn zolang al de pijlers ongeveer evenveel belang hebben, en onder meer, ongeveer dezelfde lengte hebben en evenveel dagen per jaar in bedrijf zijn geweest. Van zodra men schommelingen in deze factoren wil elimineren is het nodig een gewogen gemiddelde te berekenen. Wij hebben dit gedaan voor het jaar 1966. Het resultaat is een lichte stijging van de gemiddelde vooruitgang per dag, van 1,52 volgens de statistiek, tot 1,58 m. Dit resultaat verschilt dus weinig van het eerste, en de conclusie, dat de mijnen een speciale inspanning moeten doen om de vooruitgang per dag op te drijven, blijft volkomen geldig. Dat dergelijke inspanning niet onmogelijk is, wordt ten andere voldoende bewezen door vergelijking van de uiterste grenzen, die zijn : 1,30 m (voor een gemiddelde laagdikte van 1,08 m) en 2,04 m (voor een gemiddelde laagdikte van 1,11 m) ; men ziet dat de verschillen in de vooruitgang hoegenaamd niet verklaard worden door een verschil in laagdikte, integendeel.

De berekeningsmethode die hierbij gevolgd werd kan in het kort worden verrechtvaardigd als volgt : de gemiddelde vooruitgang per dag is zodanig, dat men dezelfde produktie zou bekomen indien al de pijlers van dit jaar elke dag dat ze gewerkt hebben deze vooruitgang hadden gemaakt. Men ziet onmiddellijk dat de laagdikte in deze berekening niet tussenkomt ; deze waarde houdt geen verband met het element dat bedoeld wordt met de « vooruitgang », maar wel moet men met de laagdikte rekening houden alvorens een oordeel uit te spreken over een eventueel bekomen cijfer betreffende de vooruitgang.

De hoger gedefinieerde waarde van de gemiddelde vooruitgang per dag wordt bekomen door de totale gewonnen oppervlakte — een cijfer dat door de mijnen wordt verstrekt — te delen door de som van al de produkten $l \times d$, waarin

l = lengte van een pijler ;
d = aantal dagen dat deze pijler gelopen heeft.

Men kan deze berekening maken voor een willekeurig aantal pijlers, bvb. pijlers behorend tot een groep van laagdikte, tot één bedrijfszetel, tot één maatschappij, tot een bekken. Het volstaat de som te maken, enerzijds van de gewonnen oppervlakten, anderzijds van de produkten $l \times$ d, en deze sommen te delen.

Per mijn ziet de toestand er in de Kempen uit als volgt.

TABEL IXter.

Verbeterde gemiddelde vooruitgang per dag.

Kolenmijn	Som der frontlengten l	Som der gewerkte dagen d	Produkt l × d	Totale gewonnen oppervlakte m²	Gemiddelde vooruitgang per dag m/d	Gemiddelde laagdikte m
Beringen	4.492	2.704	460.595	681.913	1,48	1,64
Helchteren-Zolder-Houthalen	6.140	4.175	892.945	1.452.983	1,63	1,06
Zwartberg	2.682	964	185.078	377.076	2,04	1,11
Winterslag	4.805	2.941	568.950	1.017.850	1,79	1,03
A. Dumont	5.516	3.369	652.338	848.942	1,30	1,08
Limburg-Maas	5.942	2.917	635.235	1.001.468	1,58	0,99
Bekken	29.574	17.070	3.395.141	5.380.232	1,58	1,09

Dient nochtans vermeld dat studies aan de gang waren in een kolenmijn om de winning zo te organiseren dat de pijler gedurende vier posten bezet wordt om alzo een gemiddelde vooruitgang van minstens 2,50 m per dag te bereiken.

De kolenmijn Beringen legt zich voor de winning uitsluitend toe op de schaven. Men gaat er naar de veralgemening van de ankerschaaf, onder de vorm van de Doraschaaf en de Hückepackhobel. Van de eerste soort lopen er drie exemplaren, van de tweede soort twee. Verder werd er een Pulthobel in dienst genomen in een hoge laag, die een goed resultaat opgeleverd heeft. De grotere snijhoogte vergt soms de aanwending van sterkere motoren, tot 55 en 65 kW, maar ook een vermindering van de snijdiepte, vermits de trekkracht nog steeds beperkt blijft door de weerstand van de schaafketting. Het grotere vermogen van de motoren wordt dan ook hoofdzakelijk aangewend voor het opdrijven van de snelheid van de schaaf die tot 0,65 m/s gaat met een transporteursnelheid van 0,92 m/s. In één geval werden door middel van een « Fernschaltgetriebe » twee snelheden toegepast, namelijk 0,75 m/s in opwaartse en 0,45 m/s in neerwaartse richting. Inmiddels worden reeds schaafkettingen gebruikt met een breukbelasting van 85 t (dikte 22 mm) terwijl men eraan denkt kettingen met een breukbelasting van 100 ton (dikte 24 mm) aan te wenden.

Op de kolenmijn Hechteren-Zolder-Houthalen gaan de opzoekingen en proefnemingen op het gebied van de gemechaniseerde winning verder.

In het algemeen werd de tele-controle ingeschakeld in al de winplaatsen. Deze installatie, waarvan de zetel zich op de bovengrond bevindt naast de verslagzaal, geeft onmiddellijk alle inlichtingen over de gang van de motoren van de voornaamste vervoer- en winmachines. Ze wordt aangevuld met een telefoon waarmee de bedienaar in verbinding kan komen met de opzichter van elke pijler en inlichtingen kan vragen over de oorzaak van elke storing.

De storingen worden genummerd volgens een uitgebreid systeem dat bezig is ingang te vinden in

het Ruhrgebied. Dit systeem kan langs mechanografische weg bewerkt worden en dan inlichtingen verschaffen die met deze van het Ruhrgebied kunnen vergeleken worden.

De trommelsnijmachine Eickhoff waarvan in vorig verslag spraak was, werd in gebruik genomen in een pijler met een opening van 1,10 m. Men heeft geen gebruik gemaakt van de mogelijkheid om de trommel op te heffen, maar een trommel gebruikt van 1,10 m diameter met een lengte van 0,80 m. Het laden van de kolen gebeurt met behulp van een bi-di-cowl die bij elke richtingsverandering wordt omgezet. De machine heeft op mechanisch gebied volledige voldoening gegeven maar de pijler stootte na korte tijd op een haast evenwijdige storing.

Tevens heeft deze mijn een interessante toepassing gevonden voor de Anderton-shearer, waarmee het probleem voor de opruiming van de kolengang bevredigeng wordt opgelost. In plaats van de klassiek geworden bi-di-cowl, laat men achter de snijmachine een autonome ruimschaaf werken, die afzonderlijk aangedreven wordt door twee aandrijfstations zoals een ankerschaaf.

In feite betreft het een gewone ankerschaaf met een vereenvoudigd schaaflichaam ; deze schaaf voert achter de snijmachine heen- en weergaande reizen uit op aanduiding van een opzichter of een houwer, en zorgt er voor dat de transporteur tegen het front kan gedrukt worden. De trommel Anderton heeft een doormeter van 1,30 m en een lengte van 0,80 m. Ze wordt voorgesteld op de figuur 3. Bij elke verandering van richting wordt het voorste deel van het schaafblok afgenomen en wordt de machine over de schaaf heen gereden. Dit demonteren gebeurt zeer vlug zoals blijkt uit de figuur 4.

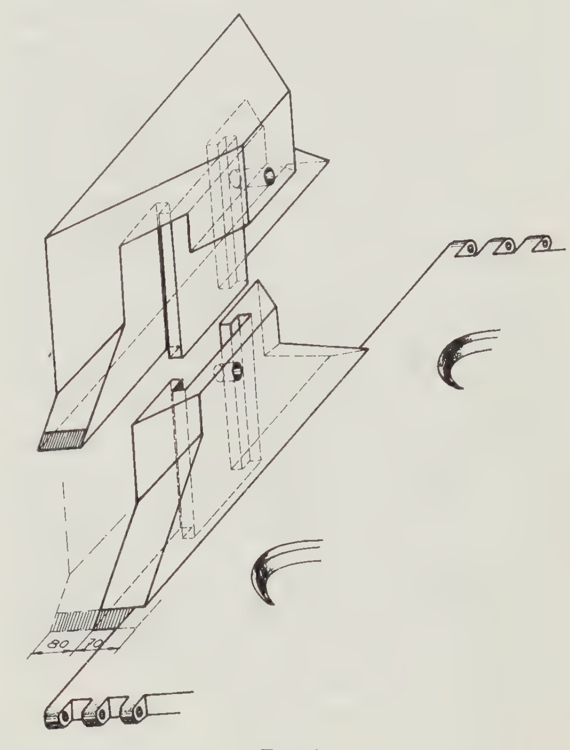


Fig. 4.

Kolenmijn Helchteren-Zolder-Houthalen. Het demonteren van de ruimschaaf bij de Anderton-trommelsnijmachine.

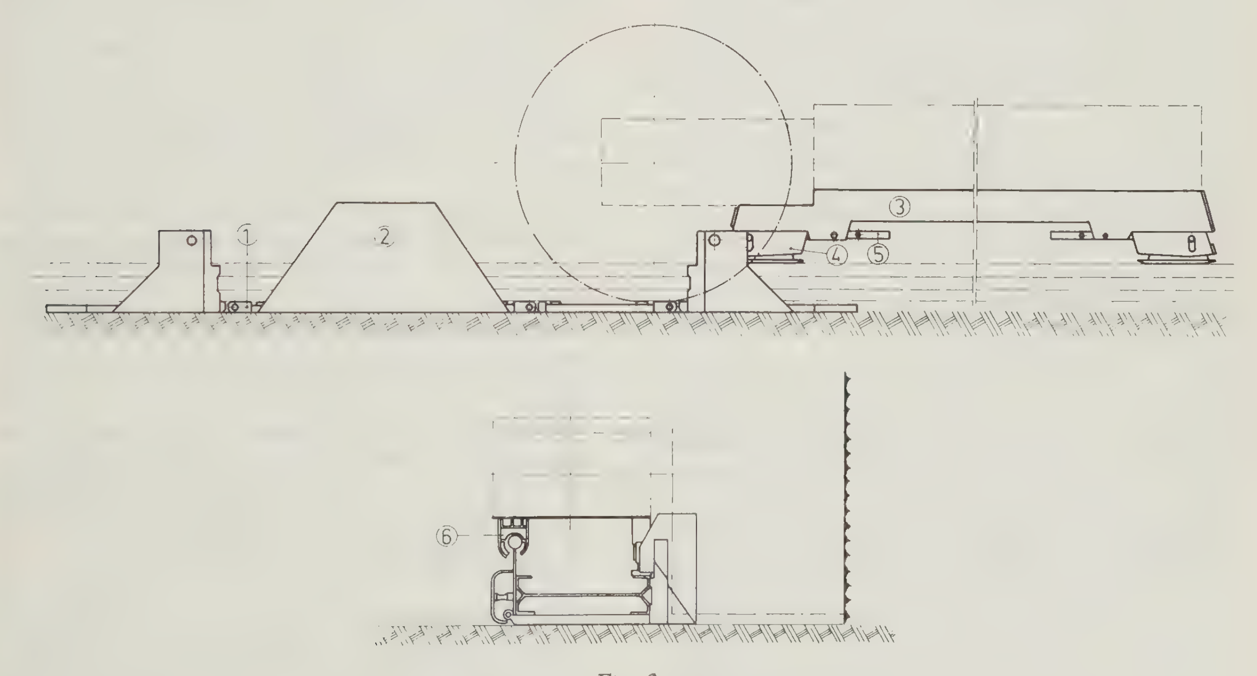


Fig. 3.

Kolenmijn Helchteren-Zolder-Houthalen. Trommelsnijmachine Anderton met ruimschaaf.

1. slede met opvang- en bufferblok
2. bovenblok van ruimschaaf
3. onderstel voor snijmachine
4. glijschoen koolkant
5. regelnok voor glijschoen koolkant
6. glijschoen vullingkant

Een andere nieuwigheid te Helchteren-Zolder is de Huckepackschaaf, waarvan de beitelhouders aan weerszijden over een zekere hoek kunnen kantelen doch achterzijds paarsgewijs met kettingen aan elkaar verbonden zijn. De Huckepackschaaf wordt gebruikt in lagen met grote opening, en gecombineerd met de lessenaar, die ofwel aan de top ofwel in het middel van de kolom wordt aangebracht.

Men heeft ook proeven uitgevoerd met verschillende snelheden van schaaf en transporteur. Al de pijlertransporteurs in lagen van meer dan 1,10 m lopen nu tegen 0,92 m/s. De schaven werden beproefd op 0,38 m/s, 0,65 m/s en 1,50 m/s. Alleen de snelheid van 1,50 m/s wordt nog toegepast, namelijk in de lage pijlers.

Veel tijd kan worden gewonnen door het gebruik van een dubbele signalisatie in de pijlers ; de lampen, op 6 m afstand, behoren beurtelings tot een van beide systemen.

Bij storing van één lamp, werkt men voort met de andere tot de elektricien ter plaatse is. Het gevolg is dat een elektricien verschillende pijlers kan bedienen.

Het belangrijkste feit op het gebied van de kolenwinning is ongetwijfeld de aanwending van de hydraulische motor voor de aandrijving van een schaaf in de kolenmijn Zwartberg, waarover reeds in vorig verslag gesproken werd.

De proeven namen een aanvang in december 1965 en liepen tot einde maart 1966.

Wegens de onzekerheid eigen aan dergelijke proeven werd geen produktiepijler uitgekozen maar wel een paneel dat eerder ongunstig gelegen was uit oogpunt hoofdvervoer, terwijl de werkplaats zelf op het gebied van de ondersteuning en het vervoer in de galerijen geen moderne uitrusting bevatte. Het gevolg hiervan is dat de winmachine zelf, die volledige voldoening gaf, niet ten volle kon benut worden, en dat de resultaten slechts individueel en niet als geheel moeten beschouwd worden.

De volledige aandrijfuitrusting, geleverd door de firma Westfalia, bestond uit twee motorpompgroepen, één aan elk pijleruiteinde.

De combinatie pomp-motor kan elk gewenst patroon volgen. Vermits het hier gaat om een schaaf heeft men de voorkeur gegeven aan een gemengd regime dat als volgt kan samengevat worden.

Er werden twee nominale schaafsnelheden gekozen : 35 cm/s tijdens de neergaande en 66 cm/s tijdens de opgaande reis. Een derde snelheid, 10 cm/s, wordt alleen gebruikt voor speciale werken zoals het spannen van de ketting.

De snelheid van 35 cm/s is nagenoeg constant ; het is de oliedruk die automatisch aangepast wordt in functie van de weerstand van 0 tot 250 ato, hetgeen overeenkomt met een trekkracht van 0 tot 19.000 kg per motor.

De snelheid van 66 cm/s wordt eveneens constant gehouden tot op een druk van 140 ato. Tussen 140 en 250 ato gebeurt de regeling echter ten koste van de snelheid, zodat het nominaal vermogen van de motoren niet overschreden wordt.

Wij hebben reeds gezegd dat de resultaten individueel moeten bezien worden omdat de algemene effecten te zeer worden beïnvloed door de verouderde uitrusting van de pijler en de vervoermoeilijkheden.

De opgaande reis duurde gemiddeld 4 minuten, de neergaande 7. De snijdiepte was 10,3 cm opgaand en 5,5 cm neergaand (de schaaf was geregeld voor maximale diepten van 12 respectievelijk 8 cm).

Men geraakte tot 12 dubbele reizen per dienst, hetgeen neerkomt op een vooruitgang van 1,70 m tegen een gemiddelde snijdiepte van 7 cm.

Bijaldien werden geen moeilijkheden ondervonden vanwege de machine, zodat de ingenieurs van Zwartberg ervan overtuigd waren dat deze schaaf tot 70 cm per sec. kan afbouwen op voorwaarde dat de transportcapaciteit voldoende groot is.

De enige storing die aan de hydraulische motor optrad, kon in een dienst worden opgelost. De reservemotor moest niet eenmaal ingezet worden.

Bedoelde proeven moesten jammer genoeg stopgezet worden wegens de sluiting van de bedrijfszetel Zwartberg.

De kolenmijn Winterslag heeft voor de winning haar keuze definitief op de ankerschaaf en meer bepaald op het Dora-systeem laten vallen. De hydraulische schaafaandrijving die overgenomen werd van de kolenmijn Zwartberg, geraakte tijdens langdurige vollastproeven defect. De motoren werden teruggezonden naar de firma Westfalia waar verbeteringen in de constructie zullen aangebracht worden.

De kolenmijn André Dumont heeft de Bi-di-cowl op de trommelsnijmachine afgeschaft en de machine uitgerust met een trommel van Frans model, merk Sima, met een breedte van 70 cm. De verwachte vermindering van het schepwerk werd evenwel niet bekomen. Ook moet thans weer een afzonderlijke snij- en ruimreis gemaakt worden.

Voor de kolenmijn Limburg-Maas noteren wij een veralgemening van de ankerschaaf onder haar verschillende vormen. Een verheugend feit is de toeneming van de gemiddelde vooruitgang per dag die in de z.g. normale pijlers boven de 2 m ligt.

Het gebruik van winmachines veroorzaakte in 1966 vier zware ongevallen.

In twee gevallen werd een arbeider gekneld tussen de pantsertransporteur en de trommelsnijmachine, nadat hij zich om diverse redenen op of over de transporteur had begeven.

Een arbeider heeft een persluchtcylinder die gebruikt wordt voor het omdrukken van de transpor-

teurs in een schaafpijler, op onstabiele wijze vastgezet door middel van een stijl die plat op de grond lag, in het verlengde van de cylinder, en tegen een gebouwde stijl rustte. Toen de schaaf voorbijkwam is deze verankering geknikt.

Een machinist gleed bij het overstappen over een pantseraandrijfkop uit en kwam tussen de meenemers en de goot terecht. Het feit dat hij aan beide kanten van de aandrijfkop een schakelaar te bedienen had speelde bij dit ongeval zeker een rol. Besloten werd de schakelaars aan dezelfde kant van de aandrijfkop te plaatsen. De veralgemening van deze maatregel werd door het divisiecomité aanbevolen.

Ondersteuning, steen- en kolenval.

De gemechaniseerde ondersteuning heeft het hoogste cijfer der laatste drie jaar bereikt met 8,7 %. Tabel X die de verdeling geeft van de produktie volgens de ondersteuningsmethoden toont verder een sterke achteruitgang inzake ondersteuning met stijlen alleen zonder kappen, achteruitgang die het gevolg is van de sluiting der mijn Zwartberg, de enige die bedoeld systeem toepaste. Gezien de doeltreffendheid van het systeem en rekening gehouden met het zeer gering aantal ongevallen kan het verwondering wekken dat de ondersteuning met stijlen alleen niet meer navolging vindt in de Kempen. Weliswaar heeft de ondersteuning met stijlen en aangehechte korte kappen, die een variante is van de voorgaande, een zekere uitbreiding genomen.

Tabel XI geeft de verdeling der tonnages gewonnen in pijlers met gemechaniseerde ondersteuning in de verschillende mijnen. Het is duidelijk dat de kolenmijn Limburg-Maas hierin een grote voorsprong heeft genomen en alles wijst erop dat het cijfer hier volgend jaar nog zal stijgen.

De kolenmijn Beringen heeft haar pijlers met schrijdende stutting Westfalia uitgerust met één enkele Turmagroep met een debiet van 60 liter/min. en een maximumdruk van 150 kg/cm². De pomp wordt met perslucht aangedreven. Ze vervangt de 40 liter/min pompen die vroeger elk een sector van de pijler bevoorraadden. Toch wordt de leiding in de pijler nog in 5 sectoren ingedeeld zodat een breuk slechts een vijfde van de pijler verlamt.

Dezelfde kolenmijn heeft 200 stijlen Schwarz KLS 65/type IIa in dienst genomen. Deze stijlen hebben een mechanisch wrijvingsslot maar worden hydraulisch gezet en geklemd. Er is een uitwendige

TABEL X

Aandeel van de verschillende ondersteuningsmethoden in de produktie.

	1964	1965	1966
IJzeren stijlen met gewone ijzeren kappen	0,40	—	2,20
IJzeren stijlen met gelede kappen	82,70	83,10	81,70
Kopstijlen zonder kappen	3,80	4,90	1,40
IJzeren stijlen met aangehechte beweegbare kappen	4,90	4,80	6,00
Gemechaniseerde ondersteuning	8,20	7,90	8,70
	100,00	100,00	100,00

TABEL XI.

Verdeling der verschillende mijnen in de aanwending der gemechaniseerde ondersteuning.

Kolenmijn	1963	1964	1965	1966 tonnage	1966 %
Beringen	395.516	224.788	215.352	194.914	27,97
Helchteren-Zolder-Houthalen	167.064	248.428	16.305	195.575	28,06
Winterslag	—	—	77.551	—	—
André Dumont	38.463	—	—	—	—
Limburg-Maas	53.432	317.231	443.826	306.376	43,97
Totaal	754.475	790.447	753.034	696.865	100,00

voeding op 200 kg/cm². De onderstijl heeft een dubbele wand. De lengte gaat van 1,57 tot 2,80 m en het gewicht beloopt 85 kg. De zetlast onder 200 kg/cm² bedraagt 7 ton en het draagvermogen 30 t.

De kolenmijn Hechteren-Zolder-Houthalen heeft een verbetering aangebracht aan haar Hemscheidt-ramen waardoor de stabiliteit wordt verhoogd. Evenals voor de Westfalia-ondersteuning heeft men de Hemscheidt-ramen aan de voet voorzien van een dubbele constructie, waardoor een parallelogram gevormd wordt en de losse stijlen tijdens het vooruitschuiven altijd evenwijdig blijven met de vaste.

De kolenmijn André Dumont bezit thans voldoende kruiskappen om de beide uiteinden van negen pijlers te ondersteunen.

De kolenmijn Limburg-Maas bezit nu ongeveer genoeg elementen van gemechaniseerde ondersteuning voor de uitrusting van 1000 m frontlengte.

Het gaat in hoofdzaak om elementen Westfalia, waarvan 660 m beschikbaar zijn en die geschikt zijn voor openingen tot 1,40 m ; hiertoe worden ze voorzien van hydraulische stabiliseercilinders die volledige voldoening geven.

Verder gebruikt men een pijler Dowty (225 m) die een opening van 1,50 m aan kan maar waarvan de mechanische weerstand onvoldoende is voor de zware drukkingen van het Kempens Bekken.

Tenslotte heeft men voor de zeer grote openingen tot 2,20 m de Ferromatik « double chock » gekozen. Deze ineengewerkte bokken met 8 stijlen hebben een zeer hoge stabiliteit en geven ook een volmaakte afscherming langs de zijde van de dakbreuk, waardoor ze bruikbaar worden in dalende pijlers. Hun prijs ligt tamelijk hoog maar anderzijds kan men ze uitrusten met de hydraulische stijlen van de « Ferromat 65 » ondersteuning die de mijn bezit. De bokken dragen kappen uit één stuk, met een lengte van 3,20 m en een gewicht van 430 kg.

Voor zeer brokkelig dak heeft de kolenmijn, naar het voorbeeld van de Willem-Sophia-mijn, een zeer eenvoudige techniek uitgewerkt, bestaande in het aanbrengen van een gevlochten draad met vierkante mazen boven de kappen. Deze draad wordt telkens vastgebonden aan de voorgaande reep wanneer deze op het punt staat helemaal door de kappen te worden opgelicht ; de nieuwe reep hangt dus aanvankelijk langs het front omlaag, en dit is de reden waarom het systeem alleen in pijlers met grote opening kan toegepast worden. De draad wordt bij het vooruitbrengen van de ondersteuning gewoon opgelicht. Hierbij is soms de tussenkomst van het personeel vereist. Zowel boven de kappen als tegen de breuklijn vormt dit netwerk een absolute bescherming tegen losse stenen.

Het systeem is niet bruikbaar bij gewone koppelkappen omdat deze te smal zijn zodat de stenen langs de kappen heen diep naar onder zakken en zelfs het roven der kappen bemoeilijken.

Tot besluit kan men zeggen dat in 1966, 19 % der produktie in Limburg-Maas kwam uit pijlers met gemechaniseerde ondersteuning. De proefperiode is nu echter definitief voorbij en voor 1967 wordt gerekend op 30 % ; uiteindelijk zal het 60 % worden. Men heeft het zo ver gebracht dat de arbeiders en opzichters voor de techniek der gemechaniseerde ondersteuning gewonnen zijn — een essentiële voorwaarde voor succes — en dat men van te voren kan zeggen welke vorm van gemechaniseerde ondersteuning in een bepaalde laag de grootste kans op welslagen biedt, waardoor mislukkingen uitgesloten worden.

Men bereikt nu regelmatig een vooruitgang van 3 tot 4 m per dag met een zeer beperkt personeel, waarvan het effect het viervoudige bedraagt van dat in een gewone pijler.

De kosten van installatie werden verminderd door het aanhangen van de gemechaniseerde ondersteuning in de doortocht zelf. Aan het front daarvan blijft voldoende klassiek ondersteuningsmateriaal voor een vooruitgang van één dag, hetzij 12 m.

Op 10 m van het front wordt de gemechaniseerde ondersteuning aangebracht. In plaats van 12 man diensten voor 15 m op de gewone manier, heeft men nu nog 6 man diensten nodig voor 12 m.

Wat de overige pijlers betreft worden de Schwarz-Universal-stijlen systematisch vervangen door hydraulische Ferromatikstijlen met uitwendige gemechaniseerde voeding (zetpistool). De lamellenstijlen Wanheim geven voldoening en blijven voorlopig in gebruik, ondanks hun gewicht. De Schwarzstijlen worden in moeilijke gevallen nog alleen gebruikt in combinatie met ijzeren bokken.

Vier zware ongevallen waren te wijten aan val van stenen of kolen tijdens de winning aan het stijlenvrij front van pijlers of nissen waar de winning nog gebeurt met de afbouwhamer. In een geval ging het om het opruimen van een oude instorting, zodat het divisiecomité het volgende advies uitte : het comité is van mening dat geen enkel opruimingswerk mag aangevangen worden zonder voldoende bescherming. Bij het plaatsen van de stijlen moet men van de twee uiteinden naar het midden werken zodat elke arbeider beschermd is.

Een ongeval gebeurde door steenval boven de transporteur in een pijler met trommelsnijmachine, en een ander in een schaafpijler waar overhellende kolen in de transporteur vielen en een arbeider troffen aan het hoofd. Hier werd de aanbeveling verstrekt, dat de kolen zoveel mogelijk volgens een vertikaal vlak moeten geschaafd worden, aanbeveling die moet opgevat worden als een aansporing om gebruik te maken van de nieuwste schaaftechnieken.

Bij nabraakwerken in de laag werd een dodelijk ongeval veroozaakt door onoordeelkundig gebruik van koppelkappen. Een aanbeveling herinnerde aan het gevaar verbonden aan het gebruik van een reeks van twee koppelkappen in oversteek.

Tenslotte werd een kolenmijn getroffen door een zwaar ongeval waarbij vier arbeiders het leven lieten. Dit gebeurde in een pijler met een lengte van 310 m, een opening van 1,28 m en een helling van 13° naar de voet en 3° naar de vulling. De doortocht was anderhalf jaar voordien gemaakt en de pijler was pas vertrokken zodat slechts vier m was afgelegd. Het lage dak met een onderste bank van 1,13 m was nog niet overal gevallen.

De ondersteuning bestond uit Van Werschkappen van 90 cm in lijnen van 3 of 4, op afstanden van 0,60 m, om de 2 of 3 lijnen aangevuld met een stijl tegen het front.

Op zeker ogenblik stortte het lage dak in zonder gekende oorzaak, over een lengte van 51 m. Al de stijlen bleken achterover gevallen te zijn ; ze waren niet samengedrukt. Het hoge dak had niet bewogen. Het lage dak van 1,13 m was als een geheel gezakt.

De mijn besloot in alle pijlers met Schwarz-stijlen ijzeren bokken te plaatsen tenzij de verantwoordelijke agent beslist dat zulks in en bepaald geval niet nodig is. Bovendien zou bij het aanzetten van pijlers voor het plaatsen der stijlen een ploeg ervaren arbeiders ingezet worden tot de druk op de pijler normaal is.

Het divisiecomité was bovendien van mening dat het gebrek aan voldoende zetlast, dat bij dit ongeval zeker een voorname rol gespeeld heeft, het best kan bestreden worden door het aanwenden althans in pas aangezette pijlers, van hydraulische zetapparaten met uitwendige mechanische voeding.

Dakbeheersing.

Tabel XII geeft de procentuele verdeling van de produktie over de twee methoden van dakbeheersing. De breukwinning toont weer een lichte vermeerdering ten opzichte van vorig jaar.

TABEL XII

Aandeel van de verschillende opvulmethoden in de produktie.

	1964	1965	1966
Blaasvulling	13,3	14,6	13,2
Breukwinning	86,7	85,4	86,8
Totaal	100,0	100,0	100,0

Tabel XIII geeft de verdeling over de drie zetels die blaasvulling toepassen, waarvan er in 1966 slechts twee overbleven. De mijn van Beringen wendt de blaasvulling algemeen aan, de kolenmijn Helchteren-Zolder-Houthalen eerder sporadisch, in hoge pijlers.

TABEL XIII

Aandeel der verschillende mijnen in de blaasvulling.

Kolenmijn	1964	1965	1966
Beringen	89,2	85,9	85,5
Helchteren-Zolder-Houthalen	9,0	12,0	14,5
Limburg-Maas	1,8	2,1	—
Totaal	100,0	100,0	100,0

Technische nieuwigheden op het gebied van de dakbeheersing werden niet gesignaleerd.

Er gebeurde één zwaar ongeval, aan de voet van een pijler met een helling van 5°, waar men achtereenvolgens een handvulling van 2 m aantrof, een strook van 1 m ondersteund met individuele hydraulische stijlen en koppelkappen en voor het overige gemechaniseerde ondersteuning. Deze laatste is 2,70 m smaller dan de ondersteuning met gewone kappen en stijlen, die dan ook tussen de handvulling en de pijlerondersteuning een kwetsbare positie innemen. Op zeker ogenblik zijn deze kappen tengevolge van het breken van het dak in de pijler gekanteld, waardoor een arbeider bedolven werd.

Vervoer.

Tabel XIV die in de vorige jaarverslagen het procentueel aandeel van de verschillende pijlertransporteurs weergaf mag nu definitief afgeschaft worden daar de pantserketting nu al sinds drie jaar het pijlervervoer voor 100 % verzekert.

Tabel XV geeft de verdeling in procenten van de verschillende vervoermiddelen in de horizontale en licht hellende steengangen.

Wij stellen een lichte vooruitgang van de stalen transporteur vast, alsook het blijvend overwicht van de locomotieven. Dit overwicht komt nog sterker tot uiting in de laatste kolom waar de vervoerde tonnage in ton kolen wordt uitgedrukt.

Het personenvervoer is licht achteruitgegaan, hetgeen wijst op een concentratie der werken.

Er werden twee afwijkingen toegestaan aan het koninklijk besluit van 19 mei 1953 over de diesellocomotieven in de ondergrondse werken. In een

TABEL XV

Vervoer in horizontale en licht hellende steengangen.

	1964	1965	1966	1966
	Totale lengte in %			ton. kilom. %
Sleepvervoer	24,0	24,3	24,0	7,5
Transportbanden	9,2	10,0	8,8	7,4
Stalen transporteurs	1,3	2,1	2,4	2,5
Locomotieven	65,0	61,3	64,4	81,8
Andere	0,5	0,5	0,4	0,8
	100,0	100,0	100,0	100,0
Personenvervoer (in m spoor)	243.410	260.164	252.518	—

geval ging het om artikel 4 d betreffende het luchtdebiet in voorbereidende werken en artikel 7 alinea 1 betreffende de vereiste afstand van 25 cm, in het andere over artikel 23 - alinea 2 aangaande de aanwezigheid van dekens of brandvrije doeken op de locomotief, die overbodig geacht werden wegens het bestaan van een automatische ingebouwde en een tweede, met de hand bediende blusinstallatie.

Te Beringen gebruikt men in een enkele luchtgalerij de sleepinrichting met eindloze kabel aangedreven door de persluchtlier Düsterloh die met dat doel door het Technisch Coördinatiecomité der Kempense kolenmijnen als de meest geschikte werd aangewezen. Deze Düsterlohlier neemt in dit geval de taak over van vier gewone lieren waaruit vanzelfsprekend een grote besparing van arbeidskrachten volgt.

De kolenmijn Beringen heeft een sleepinrichting voor het vervoer van materialen in de luchtgalerijen in dienst genomen, die bestaat uit een elektrische lier, een kabel zonder eind en een keerschijf.

Een andere bijzonderheid van de inrichting is de reservekabel op de z.g. sleepwagen, die er samen met de 2 spanrollen, één van elk kabeleind, voor zorgt dat de ganse inrichting in een minimum van tijd kan worden verlengd en bedrijfsklaar gemaakt.

Men heeft de sleepwagen extra moeten belasten met het oog op zijn stabiliteit in dalen. Als beveiliging in hellingen gebruikt men gekoppelde barelen aan de beide uiteinden van de galerij en op de sleep zelf een beveiligingsvork en een veiligheidskabel die de laatste wagen met de sleepwagen verbindt (fig. 5 a en b).

De kolenmijn Helchteren-Zolder-Houthalen heeft proeven uitgevoerd van de hydraulische volumetrische aandrijving van haar stalen transporteurs Prünte. De gebruikte Pleiger-motoren gaven echter

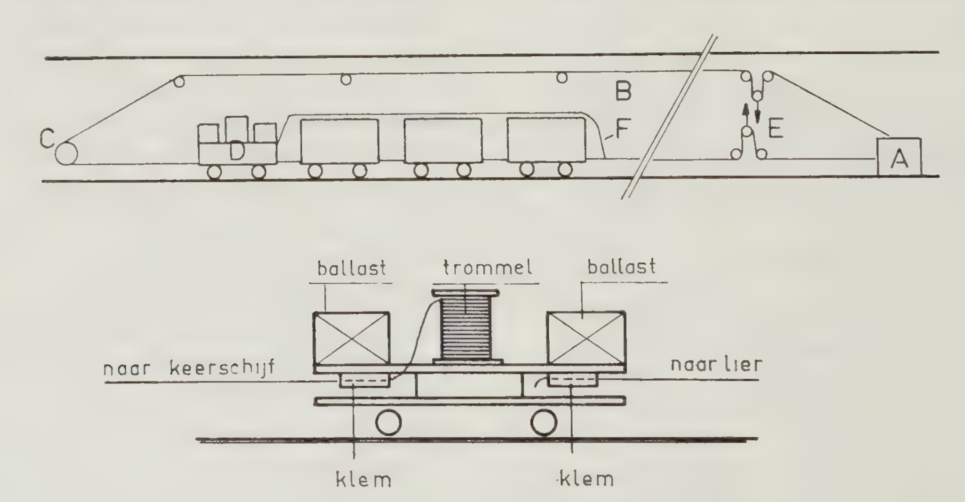


Fig. 5.

A. lier
B. kabel
C. keerschijf
D. sleepwagen
E. spaninrichting
F. veiligheidskabel

geen voldoening. Er waren moeilijkheden met de temperatuur en met het remmen.

Dezelfde kolenmijn betrok het hoofdvervoernet in de telekontrole waarover reeds eerder onder de paragraaf winning, gesproken werd. Alle belangrijke knooppunten zoals kruispunten en kiptoestellen worden doorlopend op de bovengrond gekontroleerd ; voor elk laadpunt weet men hoeveel volle en ledige wagens er op elk ogenblik staan en hoeveel wagens in het geheel reeds werden gevuld.

Deze telekontrole maakte het reeds mogelijk het aantal verloren minuten in de pijlers, wegens gebrek aan ledige wagens, te verminderen van 32,6 per dienst in 1966 tot 24,7 in februari 1967.

De kolenmijn Winterslag gaat verder met de uitbreiding van het monorailvervoer in de kopgalerijen. Tevens werd een grondige studie gemaakt van de rendabiliteit van het systeem, waaruit blijkt dat er sinds het invoeren van de monorail in 1964 gemiddeld 40 man per dag werden gespaard van eenzelfde aantal pijlers en eenzelfde produktie. Verschillende verbeteringen in de organisatie van het werk op de laad- en lospantser kwamen tot stand. Fig. 6 geeft twee gepolijste diagrammen over de tendens van het totale maandelijkse personeel gebezigd in het materialenvervoer op de kopgalerijen en de tendens van het aantal monorailinstallaties. Elk cijfer is het gemiddelde van de laatste twaalf maanden. Inmiddels bestudeert men de mogelijkheid om ook monorails te bouwen in de voetgalerijen.

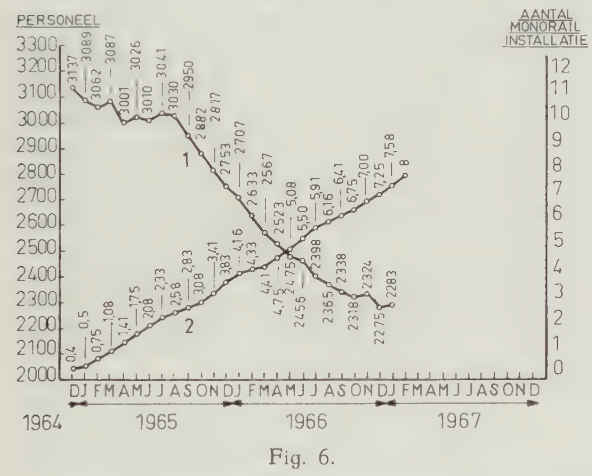


Fig. 6.

Kolenmijn Winterslag. Vervoer materieel kopgalerij.

(1) tendens maandelijks personeel
(2) tendens aantal monorail-installatie's

De kolenmijn Winterslag legt verder op verschillende plaatsen drie sporen in haar steengangen die een nuttige doormeter hebben van 4,80 m. Automatische laadplaatsen zoals beschreven in vorig jaarverslag werden nog op twee andere plaatsen ontworpen.

Het locomotievervoer op de luchtkeersteengangen kon vergemakkelijkt worden door het installeren van automatisch werkende sasdeuren Peters. Deze deuren worden van op afstand door de locomotief zelf geopend, doch kunnen ook door de machinist bediend worden. De beide vleugels staan schuin ten opzichte van de sporen. De dichtheid wordt verkregen door persluchtdruk, zonder dat rekening wordt gehouden met de windrichting. Het ontijdig dichtgaan van een deur is ongevaarlijk wegens de trage werking van het mechanisme.

Er werden te Winterslag in 1966 in totaal 700 verhoogde wagens met een inhoud van 2400 liter in gebruik genomen.

De kolenmijn André Dumont heeft in 1966 nog 2 zware diesellocomotieven Deutz aangekocht, waardoor het getal van deze toestellen gestegen is tot 8. De locomotieven wegen 14 ton en hebben 2 stuurhutten.

In de richtsteengangen gaat het elektrisch lassen der spoorstaven tot lengten van 12 en 18 m verder, 1.000 m enkel spoor werden in 1966 gelast.

In een vervoergalerij werd een reeks van 4 vervoerbanden geautomatiseerd. Wegens allerhande plaatselijke moeilijkheden kon echter het overeenkomende personeel niet volledig vrijgemaakt worden.

De kolenmijn Limburg-Maas heeft in 1966 de monorail Scharf ingevoerd voor het vervoer in de galerijen. Evenals de kolenmijn Winterslag is de mijn van Eisden, met haar hellende steengangen, bijzonder geschikt voor deze vorm van continu materiaalvervoer.

Er gebeurden in het vervoer vijf zware ongevallen waarbij locomotieven betrokken waren. Slechts één ervan gaf aanleiding tot een advies van het divisiecomité. Het gebeurde tijdens het kippen van stenen voor de blaasvulling, in een steengang. De machinist van de kipstoel die zelf de volle wagens met een lier bijtrekt, had er zich willen van vergewissen dat een kleine wagen ongehinderd door de kipstoel geraakte. Terwijl hij voor de opening stond kwam op een zekere afstand een locomotief toe met een sleep volle wagens die tegen de overblijvende wagens van de vorige sleep stieten, zodat de kipmachinist tegen de rand van de kipstoel gedrukt werd. Men heeft signaallampen gehangen tussen de kipstoel en de plaats waar de machinist zijn manœuvers uitvoert.

Drie ongevallen werden veroorzaakt door sleden. In een geval werd een begeleider zwaar gekwetst aangetroffen. Hij werd in niet nader gekende omstandigheden door de slede gegrepen. Twee andere arbeiders die om diverse redenen in de galerijen werkzaam waren werden door een slede zonder begeleider verrast. In een geval betrof het een stijlencontroleur die uit de pijler gekomen was, in het andere een vervoerbandmachinist. De mijn besloot

de sleden uit te rusten met een geluidssignaal dat gedwongen aanslaat. Het comité wenste de veralgemeing van deze maatregel aangezien uit onderhavige ongevallen blijkt dat de aanwezigheid van personeel in de galerijen tijdens de werking der vervoerinstallaties niet altijd kan vermeden worden.

Eens te meer werd de machinist van een trommellier aan de hand gekwetst toen hij wou tussenkomen om de kabel correct te doen oprollen. Het comité vroeg dat voor automatisch correct oprollen van de kabel zou gezorgd worden als eerste voorwaarde om deze ongevallen uit te schakelen.

Twee vervoerbandmachinisten, werkzaam in de nabijheid van een blinde schacht, werden in haast identieke omstandigheden gedood, door het slingeren van lange stukken die men van op de vervoerband in de wentelgoot liet glijden. In één geval ging het om een schaafketting, in een ander om een elektrische kabel. Het comité raadde ten stelligste aan soortgelijke materialen in kooien of wagens te laden. Alle vormen van vrije val moeten verboden worden.

Een arbeider werd tijdens vervoer van buizen op met de hand gestoten trucks geplet tussen de wand en een kantelende truck. De lading was hoog opgesteld, de lading had een lengte van 12 m, de trucks die eigenlijk bestemd waren voor het vervoer van Toussaintramen hadden een hoog zwaartepunt, en de sporen lagen schuin. De mijn vaardigde verschillende regels uit : men mag alleen langs achter aan de lading stoten, niemand mag zich terzijde bevinden ; de lading moet de minimum lengte hebben ; de hoogte der lading moet beperkt worden ; lang materiaal moet samengebonden worden. Het comité vatte dit ter veralgemening samen als volgt : dergelijke ongevallen moeten vermeden worden door het gebruik van aangepast materiaal, dit wil zeggen : wagens met voldoende laag zwaartepunt en horizontaal liggende sporen ; en door het beperken van de lengte der lading tot het minimum.

Een ander dodelijk ongeval gebeurde in een hoofdsteengang bij de postwisseling, nabij het laadpunt van een pijler. De steengang is uitgerust met een dubbel spoor en de duwinrichting is zodanig dat bij het laden zowel de ledige als de volle wagens over een zekere afstand van het laadpunt af in beweging zijn.

Bij de postwisseling werd het laden wegens overwerk na ongeveer 15 minuten hervat. Alhoewel de groep arbeiders op dat ogenblik in veiligheid was, bevond een geïsoleerde arbeider zich toen nog tussen de ledige en de volle wagens, op een punt waar de tussenruimte slechts 28,5 cm bedroeg. Hij werd tussen de in gang komende wagens gekneld.

De directie beval de laders in geen geval het laden te hernemen zonder tot aan de stopplaats van de personeeltrein te zijn geweest om er zich van te vergewissen dat niemand zich nog tussen de wagens bevindt. Het comité herinnerde aan een vroegere onderrichting van de Directeur-Generaal der Mijnen waarin gevraagd wordt dat tijdens de postwisseling ieder transport zou stopgezet en het rollend materiaal geïmmobiliseerd worden. Overigens moet volgens het comité op elk punt van de steengangen een voldoende doorgang voor het personeel bestaan en moeten gedeelten van steengangen waar duwinrichtingen werken voorzien zijn van een seininrichting.

Een laatste ongeval gebeurde op de laadvloer van een hoofdschacht van luchtkeer, waar de ledige wagens moeten versast worden. De kooi is uitgerust met een nokkenwiel dat van buiten af bediend wordt. De aangestelde aan het sas, die zich stroomopwaarts ervan bevond, bemerkt dat de eerste twee ledige wagens niet vanzelf liepen ; terwijl hij ze in het sas duwde, miste het nokkenwiel in de kooi zijn uitwerking zodat ook de ingekooide volle wagens doorliepen in de richting van het sas ; de aangestelde werd door een volle wagen tegen de deurstijl van het sas gekneld. De directie van de mijn regelde de organisatie van het werk zodanig dat hetzelfde niet meer kon gebeuren. Het divisiecomité vroeg integendeel dat voor een storingsvrije werking van de mechanische toestellen zou gezorgd worden, omdat daardoor de rechtstreekse oorzaak van het ongeval zou weggenomen worden. Bedoeld worden het niet werken van het nokkenwiel en het niet vanzelf lopen van de ledige wagens.

(wordt vervolgd)

Le droit minier dans les règles juridiques anciennes de la Hongrie Historique

Charles d'ESZLARY

Professeur Agrégé de l'Université de Pécs (Hongrie)
Maître de Recherches au CNRS (France)

1. APERÇU HISTORIQUE

Nous savons aujourd'hui, d'après les résultats des fouilles archéologiques, qu'il a toujours existé une certaine activité minière dans le sous-sol de la Hongrie Historique, c'est-à-dire, en gros, dans le bassin du Danube moyen délimité par les Carpathes.

La découverte de ces traces, que l'on trouve dans les endroits les plus divers du territoire en question, prouve clairement que l'exploitation des mines fut l'une des activités les plus anciennes en Hongrie (1).

C'est Hérodote (484-420 av. J.C.) qui, le premier, mentionne les mines qui étaient déjà en activité en Transylvanie, au cours des temps historiques (2).

Dans une Antiquité moins lointaine, bien que le territoire de la Hongrie Historique fut partagé entre Romains (3) et Barbares (4), il y eut même des mines sur toute son étendue.

Naturellement, ces activités anciennes subirent une éclipse au cours du Haut Moyen Age, car les populations qui se succédèrent dans la tourmente de la migration des peuples, n'eurent pas la possibilité d'exercer l'exploitation minière (5).

Il fallut donc attendre, pour que l'exploitation du sous-sol fut spécialement aménagée, que le territoire fut occupé en 896 par les Hongrois qui exercèrent à ce sujet une influence décisive (6). En effet, l'installation de ce peuple inaugura en Europe Centrale une nouvelle forme d'Etat qui présenta aux points de vue juridique, social et économique, et par conséquent minier, une importance primordiale. Dans le bassin du Danube moyen, comme nous l'avons déjà dit, jusqu'à la fin du IXe siècle, un peuple envahisseur succédait à l'autre et, pour eux, le territoire ne constituait qu'un camp provisoire sur la route de l'Occident, jamais dominé de façon permanente par l'un ou l'autre d'entre eux. Toutefois, du fait de l'invasion magyare, ce caractère transitoire disparut, et par suite de la stabilité de la Hongrie Historique naissante, la découverte et l'exploitation des mines existantes purent devenir florissantes.

2. CHAMP ET ETAPES DE L'EXPLOITATION DES MINES EN HONGRIE HISTORIQUE

La Hongrie Historique débuta à la conquête de 896 et subsista pendant plus de mille ans, jusqu'à la fin de la première guerre mondiale en 1918. La constitution juridique de ce pays connut en 1848 un changement capital qui fit sentir ses effets même dans le domaine des mines : dans le cadre de cette étude, nous présenterons seulement les dispositions minières du droit hongrois entre 896 et 1848, le système étant alors basé sur l'*inégalité des personnes,* mais nous n'exposerons pas les dispositions minières du droit en vigueur entre 1848 et 1918 s'appuyant déjà sur l'*égalité des personnes.*

3. REGLES JURIDIQUES MINIERES EN HONGRIE HISTORIQUE

Au début de l'époque qui va de 896 à 1848, nous ne pensons pas que les Hongrois travaillaient eux-mêmes dans les mines. Cela est d'ailleurs normal, car les Hongrois, dans leur nouvelle patrie, n'abandonnèrent pas, jusqu'à la fin du Xe siècle, leurs anciennes habitudes de vie nomade ; ils ne pouvaient donc ainsi assurer le progrès d'une industrie minière. Nous estimons donc que le début de la formation du code juridique minier de la Hongrie Historique ne peut être antérieur au règne du premier roi de Hongrie, Saint Etienne d'Arpad (997-1038). Ce fut sur le pouvoir absolu du roi, pouvoir qui avait pour conséquence principale que le territoire

presque tout entier du pays, y compris les mines qui s'y trouvaient, devenait sa propriété patrimoniale (7), que se basa réellement le droit minier hongrois. Il en résulte que les documents des mines portaient l'estampille du roi, car toutes les dispositions qui les concernaient étaient considérées comme prérogatives exclusives des souverains et personne n'y pouvait prétendre, à moins d'avoir obtenu une permission royale.

Par suite de cet état de choses, plus ou moins accentué jusqu'en 1848, le droit minier hongrois comporta :

A) d'une part, des *droits originaires* exercés par les rois eux-mêmes, et

B) d'autre part, des *droits transférés* par les rois à d'autres personnes.

A) — En ce qui concerne l'exploitation des mines relevant de la compétence des rois, on constate déjà à l'époque de Saint Etienne d'Arpad des changements importants. En effet, depuis l'Antiquité jusqu'au règne de Saint Etienne d'Arpad, les mineurs en Hongrie étaient ou bien des esclaves (servi) ou bien des condamnés (ad metella damnati) dont le travail était contrôlé par des inspecteurs (custodes) (8). Cette situation changea sous le règne de Saint Etienne d'Arpad, car l'administration des mines fut incorporée à celle du pays, et du fait que le saint roi, créant les bases des comitats (départements) qui existent encore aujourd'hui, plaça ses propres hommes, ses « ispans » (comites) dans les places fortes où ils représentaient le pouvoir royal (9). Leur pouvoir s'étendant à la population tout entière, ces ispans assumaient également la surveillance des mines ; il en résultait que les mineurs ne furent plus soumis exclusivement au bon plaisir de leurs inspecteurs, car ce changement leur assurait déjà la protection du roi. Naturellement, ces nouvelles attributions des ispans n'excluaient pas l'activité régulière des inspecteurs en place, mais cette activité se bornait à diriger l'exécution des plans de travail.

Etant donné qu'il ne nous reste aucun document sur l'organisation des mines à l'époque de Saint Etienne d'Arpad et de ses successeurs, ou plus précisément, aucun document du XIe et du XIIe siècle, il est évident que le droit minier relevait seulement de la coutume. A partir du XIIIe siècle, on possède déjà quelques indications relatives au droit de propriété des mines royales, mais on n'a trouvé jusqu'ici aucun texte qui lui fut exclusivement consacré.

Originairement, les mines royales les plus typiques étaient de soi-disant « colonies », ce terme ne désignant pas en réalité des unités normales de population (communes, villes), car il n'existait même pas de telles agglomérations aux alentours. Cependant plus tard, principalement au cours du XIIIe siècle, auprès de ces colonies, s'élevèrent des communes et des villes qui, à la différence des villes minières privilégiées dont nous parlerons ultérieurement, furent plus étroitement liées au pouvoir royal (10).

Le système monarchique en Hongrie Historique ne dura que jusqu'à la fin du règne de Béla III d'Arpad (1172-1196), car au cours du XIIIe siècle, les rois furent de plus en plus souvent obligés de faire cadeau de leurs propriétés à leurs sujets (11). Cela défavorisa le pouvoir royal, car les donations représentaient déjà, avant même l'invasion des mongols en 1241-1242, des revenus importants du fisc royal (12). Heureusement le processus de la donation des mines ne fut pas régulier, car il se produisit toujours une certaine régression sous le règne des rois forts (13).

De cet état de choses naquit une réelle bipartition entre mines « royales » et mines appartenant à des « privilégiés ». Outre que la propriété des premières était basée sur le droit royal originaire et que celle des secondes reposait sur le droit royal transféré, ce dédoublement eut pour conséquence que les produits des mines royales étaient dispensés de l'imposition et que les produits des autres mines y étaient soumis. Cette différence entre mines royales et mines appartenant à des privilégiés s'opposa à toute tentative de doter le pays d'un droit minier uniforme.

Les premières tentatives en vue de créer un « jus générale » pour les mines, ou bien d'édicter des règles de droit valables pour toutes les mines situées en Hongrie Historique, peuvent dèjà être constatées sous le règne de Charles Robert d'Anjou (1307-1342) (14). On peut attribuer encore à cette volonté d'unification quelques décrets ultérieurs édictés à ce propos, sous le règne de Sigismond de Luxembourg (1387-1437), par le Synode de Buda en 1405 (15).

Notons que cette tendance à l'unification ne se basa pas seulement sur les droits «royaux» (centraux), mais aussi sur les droits des « privilégiés » (locaux). C'est ainsi que le droit urbain de Selmeczbanya, daté de 1324, s'imposa dans les différentes régions du pays, comme un « jus generale » (16).

Malheureusement, l'unification du droit minier demeura en suspens au cours du XVe siècle, bien qu'à l'époque les ressources minérales fussent exploitées sur le territoire de la Hongrie Historique partout où elles étaient connues. L'industrie minière se développa ainsi principalement en Hongrie Septentrionale et en Transylvanie, alors que dans les autres parties du pays, notamment dans la région transdanubienne, la plaine hongroise et la Slavonie-Croatie, le progrès fut stoppé par manque de découverte de nouveaux gîtes minéraux.

Ce développement ne fut d'ailleurs que peu compromis du fait qu'en certaines régions, il se produisit une stagnation ou une baisse de rendement (17). La meilleure preuve en est que, jusqu'à la fin de l'époque que nous étudions (c'est-à-dire jusqu'en 1848), il n'y a aucun indice que la Hongrrie Histo-

rique ait importé un quelconque produit minier de l'étranger (18).

Cet arrêt de la progression vers l'unification semble avoir persisté au début du XVIe siècle, car même le plus grand codificateur de l'ancien droit hongrois, Etienne Werböczy (1458-1541) n'en fit aucune mention dans son fameux ouvrage intitulé « Tripartitum » (19). Par conséquent, le code juridique minier du pays ne fut pas à l'époque régi par une loi de portée nationale, mais il ne contenait qu'un ensemble de dispositions locales lettres de privilège, statuts, etc...) sans aucune cohérence entre elles.

Succédant à ce médiocre état de choses, la loi de 1523 : 39 témoigne de la première démarche sérieuse en vue de l'unification, en réglementant les conditions, pour toute la nation, de la propriété, de l'exploitation et de l'imposition des mines.

La catastrophe de Mohacs en 1526 ne toucha pas essentiellement l'industrie minière de la Hongrie Historique, car l'occupation turque, qui dura jusqu'en 1687, s'exerçait sur la région transdanubienne et la plaine hongroise où il n'y avait pas encore de mines à cette époque. D'abord, à la suite de cette circonstance et ensuite, parce que la distribution des mines royales comme au Moyen-Age fut suspendue (en outre, de nombreuses exploitations redevenant propriété royale par suite de l'extinction des familles bénéficiaires), les temps difficiles de l'époque ne compromirent guère le fonctionnement des mines.

Ils eurent en effet ce résultat que le roi Ferdinand Ier de Habsbourg (1526-1564) disposa de la majeure partie des mines hongroises (20). Aussi le problème de l'unification du droit minier redevint actuel, bien que sa réalisation différât des tentatives précédentes. En fait, les rois du pays avaient été jusqu'alors des souverains nationaux qui opéraient l'uniformisation dans le cadre du code juridique de la Hongrie Historique et maintenant, les rois de Hongrie étaient les empereurs d'Allemagne qui voulaient opérer un remaniement aux codes miniers d'Autriche, de Bohême et d'autres pays et provinces appartenant aux Habsbourg en y transplantant simplement leur Droit (21).

Sous le règne de Ferdinand Ier de Habsbourg, on commença par faire relever l'administration des mines hongroises de la compétence de la Chambre de Basse-Autriche (22). Ensuite, on présenta une réforme minière dont le texte fut publié dans un décret absolu daté du 27 octobre 1549 et mis en vigueur dès 1550 (23). La tendance unificatrice s'affirma encore de façon péremptoire, sous le règne de Maximilien Ier (II) de Habsbourg (1564-1576), avec l'ordonnance « Maximilianische Bergordnung » (dénommée vulgairement Maximiliana). Cette réglementation fut publiée par le roi, le 10 février 1565, et il la compléta plus tard par deux réglementations explicatives datées du 16 février 1573 (24).

On peut reprocher à ces décrets de Ferdinand Ier et de Maximilien Ier (II) de Habsbourg de n'avoir pas tenu compte de la conjoncture minière de la Hongrie, car non seulement ils s'appuyaient sur le droit archiducal autrichien et non pas sur le droit royal hongrois, mais encore la langue utilisée n'était pas la langue officielle puisque le texte fut rédigé en allemand en non en latin. Bien que ces décrets aient réglementé de nombreux détails qui n'avaient pas été jusqu'alors mentionnés dans le droit hongrois et qu'ils aient essayé d'introduire de nombreuses réformes dont l'objet même était tout à fait inconnu, ils ont été quasi totalement inobservés en Hongrie, parce que beaucoup de leurs règles étaient en opposition complète avec les droits miniers hongrois locaux (25).

Plus tard sous le règne de Léopold Ier de Habsbourg (1657-1705), c'est-à-dire à l'époque où l'absolutisme atteignit son point culminant, l'adoption de la Maximiliana et de ses décrets complémentaires gagna du terrain. En 1681, ce roi nomma un étranger, le comte Antoine Locarno, au poste de directeur de toutes les mines hongroises et les efforts de ce fonctionnaire aboutirent à la promulgation du décret de 1689 en vue de soumettre toutes les mines de Hongrie à un code juridique uniforme (26).

Notons que ces efforts d'unification n'ont pas abouti partout à des résultats satisfaisants, car l'industrie minière de la Hongrie Historique ne perdit jamais son aversion pour ces règles absolutistes et on ne les appliqua que dans les cas où elles concernaient nettement de nouvelles conjonctures. En outre, l'application parallèle des droits centraux et locaux ne fut de même pas réalisée dans les mines de la Slavonie et de la Croatie où les bénéficiaires de privilèges purent maintenir complètement leurs anciens droits particuliers (27).

En somme, sur ce problème de l'unification, il est établi que tous les décrets royaux mentionnés ci-dessus ne constituèrent jamais un véritable « jus generale » pour les mines situées sur le territoire de la Hongrie Historique, cela à cause de leurs imperfections et de la méconnaissance des susceptibilités nationales. Conjointement à ces décrets, l'ancien « jus particulare » des privilèges resta toujours en vigueur dans le pays, bien que les décrets en question eussent été mieux conçus et plus détaillés aux points de vue juridique (voulant enfin établir l'uniformité du droit minier), social (défendant beaucoup mieux les mineurs contre les mesures arbitraires), technique (admettant les nouvelles méthodes d'exploitation), etc...

Observons enfin que les révoltes hongroises contre les Habsbourg, au cours du XVIIe et au début du XVIIIe siècle, empêchèrent également l'adoption générale du droit minier unifié. Comme conséquence de ces mouvements, les tentatives d'unité ne purent reprendre qu'après la perte de la guerre de Liberté

de François Rakoczy II, sous le règne de Charles III (VI) de Habsbourg (1711-1740). La manifestation législative la plus importante fut la loi de 1723 : 108 qui imposa au territoire tout entier la procédure des tribunaux miniers, en application de la formule « judicia montanistica, secundum privatas eorum leges, ultra saeculum stabilitas in suo esse manebunt ». Cette loi ne provoqua pas non plus la disparition complète des « droits miniers locaux » car ils restèrent malgré tout en vigueur dans les Villes Minières Inférieures et dans les Villes Minières Supérieures.

Plus tard, à l'époque de Marie-Thérèse de Habsbourg (1740-1780), la tendance unificatrice se développa dans un sens vraiment national, car la reine rétablit autant que possible l'indépendance financière de la Hongrie. Ce fut l'objet de la loi de 1741 : 14, qui déclara la séparation de la Chambre hongroise et de la Chambre de la Cour, déclaration complétée par la « résolution suprême » de la reine qui prononça l'égalité des deux Chambres. Par suite de ces dispositions, les affaires financières des mines de Hongrie furent gérées par la Chambre hongroise à Buda et celles des mines de Transylvanie par le Thesaurarius à Kolozsvar (28). Ensuite, le 9 juin 1747, la reine publia quelques décrets concernant l'industrie minière du pays, décrets qui, malgré leur tendance unificatrice, ne donnèrent pas non plus un résultat appréciable. En fait, dès 1751, les particularismes des mines de Hongrie Septentrionale (29) et de Transylvanie se renforcèrent (30).

Pendant le règne de Joseph II de Habsbourg (1780-1790), la tendance unificatrice continua à se manifester malgré ses insuccès. Les prodomes en avaient été la suppression de la Chambre hongroise, ou plus exactement, son incorporation dans le Conseil du Gouvernement, d'où il résulta que les affaires les plus importantes de la Chambre hongroise relevaient de la chancellerie hungaro-transylvaine unifiée (31). La conséquence naturelle de cette disposition fut la promulgation du décret « Constitutiones circa exercitium regalis metalli foedinarum » publié le 25 octobre 1781, aux termes duquel le roi confiait la direction de toutes les mines à des agents individuels nommés par lui et appelés « officiers royaux des mines » (32). L'unification juridique profita également d'un décret royal daté du 6 octobre 1788 et dénommé « Rescriptum », qui ordonna à nouveau l'organisation unifiée des tribunaux des mines sur tout le territoire du pays (33). Comme ces règles de droit revêtaient un caractère absolu, le roi pouvait disposer à peu près complètement des mines, cette disposition étant considérée comme une manifestation spéciale des prérogatives royales (jus regale).

Néanmoins, après la mort de Joseph II de Habsbourg, l'ordre qui existait à l'époque de sa mère fut rétabli, y compris naturellement celui des mines, car, sous le règne de son frère et successeur, Léopold II (1790-1792), par suite de la remise en vigueur de la constitution, toutes les tendances unificatrices disparurent temporairement. C'est ainsi que la loi de 1791 : 22 fit renaître à propos du « Berghoheit », par un retour complet aux traditions séculaires, la différence originelle qui existait entre les prérogatives royales sur les mines et le droit minier seigneurial (34).

Ce fut l'origine de la prétendue réforme minière qui comportait deux propositions.

La première proposition émise sur l'autorisation de la loi de 1791 : 22 constitua la loi de 1791 : 63 qui chargea des « comités nationaux » (deputationes regnicolares) d'élaborer une loi minière. Le résultat principal de ce mandat fut qu'un comité rédigea à Selmeczbanya une proposition contenant 53 articles. En Transylvanie, ce travail fut également entrepris par un comité, mais sans résultat important (35).

Quant à la deuxième proposition, une loi de 1827 : 9 chargea un nouveau comité d'en rédiger le texte. Ce comité émit effectivement une proposition dénommée « Codex juris metallici Hungarici », composée de 189 articles valables naturellement pour la seule Mère Patrie. En Transylvanie, la situation demeurait stationnaire, car l'action des comités y était de nouveau insignifiante (36).

En Hongrie Historique, par suite de ces déficiences, aucun changement ne se produisit jusqu'à la promulgation des lois de 1848 du droit minier positif dans le « jus generale ». On peut également constater à ce propos que la différence entre les prérogatives royales et le droit seigneurial, c'est-à-dire entre les droits miniers du roi et de la nation, s'effaça de plus en plus. Pratiquement, les mines furent de moins en moins considérées comme des sources de revenu indépendant et seulement comme une partie spéciale de tous les revenus de l'Etat.

B) — La forme juridique des droits miniers transférés par le roi à des personnes différentes, en opposition aux prérogatives royales minières originelles, ci-dessus traitées, ne devint jamais une coutume, car ces droits furent toujours cédés par des lettres de privilège.

Par conséquent, tandis que le droit minier originel du roi était ou voulait être un droit primaire national, le droit minier transféré à des privilégiés, abstraction faite de quelques exceptions, ne pouvait jamais être autre chose qu'un droit secondaire local.

Naturellement, il y avait aussi une autre différence : par exemple, comme nous l'avons déjà signalé, l'activité minière basée sur le droit originel du roi était dispensée de tous les impôts, tandis que le droit transféré à des privilégiés en était toujours chargé. L'impôt sur les mines (urbura) était payé, en général, par les propriétaires miniers aux person-

nes habilitées à le percevoir, c'est-à-dire aux urbu-rarii. L'« urbura » était fixé généralement au 1/7 ou au 1/9 de la valeur du minerai et fut perçu d'abord en nature, puis plus tard en argent à partir du XVI[e] siècle (37).

En ce qui concerne l'évolution historique du système, la donation de lettres de privilège afférentes aux mines commença déjà au début de la royauté (donc aux premières années du XI[e] siècle), et les donations ne cessèrent qu'à la fin de cette époque (au milieu du XIX[e] siècle). Les donataires de lettres royales de privilège furent, au cours des XI[e] et XII[e] siècles principalement les ecclésiastiques, mais à partir du XIII[e] siècle, ces lettres favorisèrent plutôt les laïcs. La raison en était que la soi-disant « Hongrie patrimoniale » ne pouvait être maintenue, car les rois, en s'appuyant sur leur seule et propre force, ne pouvaient assurer les intérêts vitaux du pays ; ils étaient donc obligés de s'appuyer sur la noblesse, introduisant de ce fait la soi-disant « Hongrie nobiliaire ».

Par suite des donations, on peut constater que l'entité du droit minier, explicité dans toutes les lettres de privilège des rois et transféré à des personnes juridiques et naturelles, constitua le « jus particulare » de celui-ci en Hongrie Historique.

Il est intéressant de signaler que dans les donations, dès le début de la royauté, c'est-à-dire depuis le commencement du XI[e] siècle, la séparation du droit qui concerne la propriété foncière et du droit minier sur le même territoire est déjà visible. Cette scission devint plus tard, à partir du XIII[e] siècle, encore plus visible et elle se manifesta déjà « in expressis verbis » dans quelques lettres de privilège. Citons, par exemple, la lettre de privilège d'André II d'Arpad (1205-1235), datée de 1211, par laquelle ce roi donna le Barcasag (en Transylvanie) à l'Ordre des Chevaliers Teutoniques ; on constate à la lecture que cette donation comprend le droit de propriété foncière et le droit minier dans cette région (38).

Ce caractère essentiel de séparation fut toujours respecté et, pendant un millénaire, il ne fut qu'une seule fois contesté. Un député du comitat d'Arad, Gabriel Török, prononça au Parlement, le 7 mai 1844, un discours dans lequel il déclara que, dans son comitat, le droit de propriété était toujours lié à l'exploitation minière du fer. Mais cette affirmation ne reposait sur aucune base, car elle se trouvait en opposition, entre autres, avec les lois de 1351 : 13 et de 1525 : 39, et si un tel usage local avait existé dans le comitat d'Arad, il eut été tout à fait illégal (39).

Notons aussi que la séparation du droit de propriété foncière et du droit de propriété minière fut l'objet de rédactions différentes dans les lettres de privilège. Ainsi, parfois, ces deux droits furent accordés simultanément avec mention de leur duplicité, mais dans la plupart des cas, les donations furent faites de telle façon qu'on accordait simplement une partie des droits fonciers et miniers des rois aux donataires, en spécifiant qu'il s'agissait ou du droit foncier ou du droit minier.

Les classes sociales en Hongrie Historique comprenaient originairement les hommes libres, les hommes semi-libres et les esclaves. Mais au cours du XIII[e] siècle, elles devinrent les trois classes des nobles, des bourgeois et des serfs (40).

Ce changement démographique fit sentir ses conséquences dans l'ordre juridique minier, car, tandis qu'en général, seuls les nobles possédaient des droits fonciers, par contre les nobles, les bourgeois et les serfs pouvaient tous disposer de droits miniers.

Cette « liberté minière » était une conséquence naturelle de la volonté des rois de développer l'industrie minière dont ils avaient, dès l'origine, reconnu l'importance. Ainsi, nous ne pensons pas être loin de la vérité en disant que la liberté minière est un droit ancestral ayant toujours existé sur le sol de la Hongrie Historique, sous la forme d'une coutume, bien que son expression n'ait été rédigée que plus tard.

Peut-être le plus authentique vestige de cette rédaction se retrouve-t-il dans le droit des mines urbaines de la ville de Selmeczbanya, déclarant que « quiconque découvre des veines métallifères qui n'appartiennent à personne ou qui ont été abandonnées, possède sur elles une prétention juridique minière » (41).

De même, la liberté minière s'exprime dans le décret de Sigismond de Luxembourg, daté du 7 février 1405, selon lequel le roi autorise « tous les hommes ayant une honnêteté indiscutable à ouvrir de nouvelles mines et à remettre en activité toutes les mines en ruines » (42).

D'ailleurs, l'existence d'une liberté minière en Hongrie Historique ressort également du « Tripartitum » d'Etienne Werböczy qui était le plus important formulateur des droits nobiliaires. En effet, lorsque son code qui demeura en vigueur de 1517 à 1848 énumère les possessions nobiliaires, il ne fait aucune mention des mines et des droits miniers (43), non par défaut de mémoire, mais parce que les mines et les droits miniers se trouvaient également à la disposition des bourgeois et des serfs.

Inutile de chercher une autre explication à cet oubli, car la loi de 1525 : 39, qui avait pour objet de réglementer le droit minier dans le pays tout entier, prit également position pour la liberté minière. Et cette loi, en opposition avec tant de règles juridiques, fut aussi appliquée, car dans la juridiction minière, il arrivait très souvent que de simples mineurs d'origine serve, qui du seul fait de leur qualification minière, étaient des privilégiés, fussent parties (défenseurs ou demandeurs) dans les litiges.

Le « jus particulare » de droit minier hongrois établi sur ces bases envisageait :

1) Les mines seigneuriales et
2) les mines des villes minières.

1) Par un phénomène caractéristique, les mines seigneuriales n'entraient pas dans le cadre des agglomérations voisines (par exemple l'administration de ces mines et celle des agglomérations voisines s'effectuaient séparément).

Certaines de ces mines seigneuriales se trouvaient, en Hongrie Historique,

a) ou bien dans les mains de propriétaires ecclésiastiques,
b) ou bien dans celles de propriétaires laïcs (44).

a) Le droit de propriété des mines seigneuriales ecclésiastiques appartenait exclusivement à des *personnes juridiques* qui l'avaient reçu de par leurs lettres de privilège de façon inaliénable. Par suite de cette situation, au cours de l'histoire, il n'y eut presque aucun changement de propriétaires, car ils étaient ordinairement les mêmes.

b) Le droit de propriété des mines seigneuriales laïques était en général à la disposition de *personnes naturelles*, mais bien qu'elles eussent reçu leurs mines de par leurs lettres de privilège, leur droit minier était aliénable. En raison de cet état de choses, au cours de l'histoire, il y eut beaucoup de changements de propriétaires ; d'une part, à cause de l'extinction des familles ayant droit de propriété sur les mines (en ce cas, leur droit revenait au roi), et d'autre part, au cours des générations successives, ces familles détentrices de droits miniers pouvaient les vendre, en général, avec permission royale.

2) Par une disposition caractéristique, les mines des villes minières entraient dans le cadre d'une certaine agglomération (ainsi l'administration de ces mines et celle des agglomérations environnantes s'effectuaient conjointement).

Les propriétaires de ces mines étaient constamment les villes minières elles-mêmes et, par conséquent, *toujours des personnes juridiques et jamais des personnes naturelles*. En raison de cette circonstance d'abord, et ensuite parce que les droits miniers des villes minières étaient basés sur leurs lettres de privilège, généralement respectées par les rois (45), les propriétaires de ces mines, comme ceux des mines seigneuriales écclésiastiques et contrairement à ceux des mines seigneuriales laïques, ne changèrent guère au cours de l'histoire.

Mais ce caractère des mines des villes minières ne demeura quand même pas figé dans une immobilité absolue, car le droit suprême du patronat (jus supremi patronatus) sur les églises des rois d'une part et, d'autre part, le transfert des droits miniers aux personnes privées provoquèrent constamment des changements.

Notons ici que les intérêts communs des villes minières, suscités par l'exploitation des mines, entraînèrent la création de deux institutions spéciales : l'alliance des « Villes Minières Inférieures » et celle des « Villes Minières Supérieures ».

L'entente des villes appartenant à ces alliances de Villes Minières Inférieures et Supérieures était si étroite qu'elles n'établirent jamais aucun document pour définir cette entente ou la renforcer (46). D'ailleurs, cela ne fut pas nécessaire, car cette union subsista effectivement sans nulle pièce écrite et elle demeura vivante pendant des siècles, jusqu'en 1863.

Notons que les mines, exploitées sur la base du droit minier originel ou transféré des rois, pouvaient être mises en location. Dans les locations dont l'objet était une mine royale originelle, l'impôt sur les mines (urbura) dépendait des conditions de la location ; dans celles dont l'objet était une mine royale transférée, l'impôt sur les mines (urbura) déjà existant ne fut pas modifié par lesdites conditions, car l'impôt déjà fixé devait être presque toujours payé au fisc.

4. LES INFLUENCES DE L'ACTIVITE MINIERE ET DES REGLES JURIDIQUES MINIERES A L'ETRANGER

Au cours de l'histoire, par suite du niveau élevé et des résultats remarquables des mines de la Hongrie Historique, les spécialistes miniers ont été plusieurs fois invités à l'étranger comme experts pour exécuter certains projets (47).

Les conditions minières exemplaires de ce pays sont d'autant mieux prouvées que l'ordre juridique de la Hongrie Historique fut plusieurs fois considéré comme un véritable modèle. Ainsi nous savons que le texte latin du Droit des Mines de l'Iglau en Moravie n'est pas autre chose que la traduction presque littérale du texte allemand du Droit des Mines de Selmeczbanya (48) ; on sait encore que, dans le Droit des Mines de cuivre de la ville de Massa en Italie, l'influence du Droit minier de Selmeczbanya se manifeste clairement (49).

Il s'ensuit que l'industrie minière de la Hongrie Historique eut une réputation particulière, même plus loin à l'étranger comme l'attestent beaucoup de documents.

Par exemple, en Angleterre, une lettre de privilège de Henri VI (1421-1471) datée de 1452, s'exprime dans les termes suivants : « Sciatis, quod nos Michaelem Gosselyn... in regnum nostrum Angliae cum triginta personis vel infra, de Bohemiae, Hungariae, Austriae et Miciae partibus, scientiam operandi in mineris habentibus meliorem in obsequio nobis in mineris nostris in regno nostro Angliae impendando veniendo, in regno nostro praedicto expec-

tando, et obsequium nobis in mineris nostris praedictis impendendo et exinde versus partes praedictas transeundo, in protectionem, tuitionem et defensionem ac salvam guardiam nostrae suscepimus speciales » (50).

En France, Louis XI (1461-1483) signalait entre autres la Hongrie comme un modèle pour l'industrie minière de son pays, en 1471 : « ... ainsy qu'on faict en plusieurs autres royaumes et contrées de la Chrétienté comme au pays d'Allemagne et royaume de Hongrie, Bohême, Pologne, Angleterre et ailleurs... » (51).

Enfin, dernier exemple, en la Principauté de Moscou, le souverain Ivan III le Bon (1440-1505) envoya en 1488 un délégué spécial, Théodore ou Féodore Kuritz, à la cour du roi Mathias de Hunyad (1458-1490), avec mission de présenter une requête relative à une spécialité minière. Il demanda au roi de Hongrie de lui envoyer « artisans, mineurs qualifiés (maszterox, koloroi ruda znast), experts en prospection de l'or et de l'argent (zolotuju i szerebrenuju) et capables de séparer les métaux de la terre (kotoroi bij rudu umjel i rozdjeliti sz zemlejn) (52) ». En effet, dans sa principauté, il y avait bien des métaux, mais pas de spécialistes pour les extraire (53).

Il est à noter que l'influence de l'ordre juridique minier de la Hongrie Historique ne se fit pas seulement sentir pendant les XVe et XVIe siècles. Elle se manifesta en particulier dans le droit français, qui, rompant complètement avec les traditions du Moyen-Age, inaugura la nouvelle législation de la révolution française en 1789.

L'origine de ce renouveau juridique en France fut le discours de Mirabeau prononcé à la session du 21 mars 1791 de l'Assemblée Nationale (54), contre une proposition de Lamerville Heurtant. En effet, ce discours, mises à part son allure politique ,l'inconstance de toutes ses affirmations et sans tenir compte non plus du fait qu'il supprimait la prérogative royale des mines pour lui substituer le droit national minier, ce discours repose sur une base *tout à fait conforme* aux principes de l'ordre juridique minier de la Hongrie Historique, puisque le droit hongrois, comme nous l'avons déjà dit, sépara nettement et dès l'abord les droits fonciers et les droits miniers. Il n'importe pas par ailleurs que Mirabeau ait combattu les privilèges français, tandis que les législateurs hongrois s'efforçaient d'augmenter le nombre et la puissance de leurs protégés : ce détail n'infirme nullement la ressemblance que nous signalons.

Sans doute, ne connaissons-nous pas précisément l'origine de cette influence, mais il est très probable que le principe en question du droit hongrois ait été proposé à l'opinion publique française par les Hongrois qui avaient vécu en France au cours des XVIe et XVIIe siècles, entre autres par les réfugiés protestants hongrois, par les fidèles d'Emeric Thököly et de François Rakoczy II, par les officiers et soldats hongrois des régiments hussards de France, par ceux qui se trouvaient dans l'entourage de Marie-Antoinette, par l'ambassadeur de Marie-Thérèse de Habsbourg en France, le comte François Mercy d'Argenteau et son personnel, etc...

Il faut également retenir que le discours de Mirabeau servit de base, non seulement à la Loi des Mines de la révolution française du 28 juillet 1791 et au Code des Mines de Napoléon Ier, du 21 avril 1810, mais aussi aux législations étrangères des mines qui s'appuyent sur ces lois françaises (55). Ainsi, par l'intermédiaire de ces législations, se produisit cette conjoncture assez curieuse que le droit français, modernisé par le droit hongrois, retourna de nouveau à son lieu de naissance, en Hongrie Historique, pour y exercer un effet décisif sur l'évolution postérieure du droit hongrois, bien que celui-ci soit basé sur le même principe, imprégné cependant de traditions médiévales.

On peut déjà constater les effets du droit français modernisé en Hongrie Historique dès 1844, car les membres du Comité qui furent chargés par le Parlement d'élaborer une proposition de loi sur les mines en Hongrie connaissaient très bien les points de vue du code juridique minier français. Ce Comité prépara effectivement la proposition demandée qui fut bien adoptée avec certaines modifications par le Parlement ; mais, peut-être parce que dans son texte persistait l'esprit de la révolution française, elle ne fut pas « sanctionnée » par le roi Ferdinand V (Ier) de Habsbourg (1835-1848) et on s'en tint donc au précédent état de choses (56).

Cette situation ne fut pas modifiée par les fameuses lois de 1848 qui laissèrent de côté la question des mines ; toutefois, de par l'introduction de l'égalité juridique et la désignation générale des instances judiciaires, elles abolirent complètement la position privilégiée des mineurs. Certaines modifications furent introduites : les tribunaux miniers inférieurs, qui rendaient la justice dans les litiges de la location et des finances, se transformèrent en organes administratifs, en passant leur compétence aux tribunaux ordinaires inférieurs ; d'autre part, les tribunaux miniers supérieurs furent supprimés et leurs affaires déléguées aux tribunaux ordinaires supérieurs.

L'influence française sur le droit minier hongrois se manifesta, sinon sur une initiative hongroise, du moins par l'entremise autrichienne, de la façon suivante : après la défaite lors de la Guerre de la Liberté de 1848-1849, l'absolutisme qui s'installa en Hongrie, s'exprimant par le décret impérial du 23 mai 1854, y introduisit la loi autrichienne des mines, qui était, nolens-volens, pénétrée de l'esprit de l'ordre juridique français. Ce décret fut promulgué en Hongrie et, non sans de nombreuses modifications, incorporé en 1861 au nouveau modus vivendi constitutionnel, suivant les règles édictées par

une assemblée présidée par le Juge du Pays (Orszagbiroi Ertekezlet) (57).

Ainsi démarra, après le compromis Austro-Hongrois de 1867, cette évolution juridique hongroise qui était et qui est jusqu'à nos jours inspirée par l'esprit juridique français.

CONCLUSION

Comme on peut le voir, la réglementation juridique de l'industrie minière était assez développée en Hongrie Historique, comparativement à celle des autres Etats de l'époque. La séparation du droit minier des mines royales ou mines d'Etat et des mines privées cessa enfin après une évolution millénaire, dans un état dont la superficie était, entre 1867 et 1918, de 325.411 km^2. Dans les grandes lignes, depuis 1880, excepté *certains monopoles d'extraction* et *quelques différences d'imposition*, les conditions juridiques de ces deux catégories de mines devinrent à peu près les mêmes.

Néanmoins cette situation juridique favorable ne pouvait provoquer une véritable progression de l'industrie minière hongroise, en dépit du fait que la Hongrie Historique possédait des richesses minières assez importantes qui existent d'ailleurs encore aujourd'hui sur son territoire : en partie entre les *couches abruptes des golfes des mers intérieures* et en partie dans les *masses montagneuses* formées pendant les temps géologiques. Selon nous, les causes principales de tous les obstacles résident dans *l'absence des capitaux nécessaires* et dans les *circonstances défavorables* qui ont empêché jusqu'ici le développement prévu. Mais nous espérons que l'avenir apportera l'essor minier tant souhaité.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Pour les détails, voir SZILAGYI Sandor : **A magyar nemzet története** (Histoire de la nation hongroise), Budapest, 1896-1900, T. I - X : SZILAGYI, T. I.

(2) Chap. IV/10.

(3) Les Romains possédaient des mines dans chacune de leurs provinces situées sur le territoire ultérieurement dénommé Hongrie Historique, ainsi, par exemple en Pannonie, en Dacie et en Dalmatie. Pour la Pannonie, voir l'ouvrage de MUCHAR Albert : **Das Römische Noricum,** Graz, 1825, bien qu'il ne fasse pas de différence entre la Pannonie et le Noricum (I. p. 304). Concernant la Dacie, voir MASSMANN Johann Ferdinand : **Libellus aurarius.** Leipzig, 1841, ouvrage dans lequel figurent même les auteurs classiques qui avaient mentionné les mines d'or de cette région. Voir également sur ce sujet LUKACS Laszlo : **Az erdélyi nemesfémbanyaszat jelene es jövöje** (Le présent et l'avenir de l'activité minière en Transylvanie), Budapest 1879. Parmi les auteurs classiques intéressés par les mines de la Dalmatie, c'est principalement FLORUS qui en fait mention dans les termes suivants : « Dalmatas Augustus Vibio perdomandos ac in potestatem redigendos mandavit, qui efferum genus fodere terras coegit, aurumque venit purgare » **(Epit. rer. Roman.** IV. p. 12).

(4) SZILAGYI, T. I.

(5) Idem.

(6) ANONYMUS : **Gesta Hungarorum** (Script. Rer. Hung. ed. : SZENTPETERI Imre, Budapest, 1937, Chap. XXV, XXXVII.

(7) HOMAN Balint et SZEKFU Gyula : **Magyar történet** (Histoire hongroise), Budapest 1928-1934, T. I. - V : HOMAN-SZEKFU, I. pp. 211-213).

(8) WENZEL Gusztav : **Magyarorszag banyaszatanak kritikai története** (l'histoire critique des mines en Hongrie), Budapest 1880 : WENZEL, p. 4.

(9) HOMAN-SZEKFU, I. pp. 211-213.

(10) WENZEL, p. 28.

(11) Pour les détails, voir l'ouvrage de l'auteur : **Histoire des institutions publiques hongroises,** Paris, 1959-1964, T. I-III.

(12) THEINER Auguste : **Vetera monumenta historica Hungariam sacram illustrantia.** Roma, 1859-1860, T. I-IV, IV/1, p. 178.

(13) HOMAN-SZEKFU, II ; SZILAGYI, III.

(14) HOMAN-SZEKFU, II, pp. 123 et suivantes.

(15) Art. 1, titre 13 du décret 3 de cette année.

(16) Chap. 1 - 5,8 - 10,13 - 15 et 18 - 19.

(17) CARPENTIER Elisabeth : **La peste noire : famines et épidémies au XVIe siècle,** Paris, 1962, dans l'Annale n° 6.

(18) HOMAN-SZEKFU, II, pp. 94, 110, 113 - 114, WENZEL, pp. 23, 26.

(19) **Tripartitum opus juris consuetudinarii inglyti regni Hungariae partiumque eidem annexarum,** Vindobonae, 1517 : **Tripartitum.**

(20) Voir : ACSADY Ignacz : **Magyarorszag pénzügyei I. Ferdinand uralkodasa alatt** (Les finances publiques de la Hongrie sous le règne de Ferdinand 1er), Budapest, 1888, p. 49-59.

(21) MAGYARY Zoltan : **Magyar közigazgatas** (Administration publique hongroise), Budapest 1942, pp. 55 et suivantes.

(22) WENZEL Gusztav : **Handbuch der allgemeinen österreichischen Bergrechte.** Wien, 1855, p. 81.

(23) WENZEL, pp. 193-197.

(24) SCHMIDT Franz Anton : **Sammlung der Bergesetze Ungarns.** Wien, 1785... T. I.-XVIII : SCHMIDT, I, pp. 232-459.

(25) SCHMIDT, II, pp. 35-37.

(26) WENZEL, p. 256.

(27) Voir pour les détails RACKI Franja : **Monumenta spectantia historiam Slavorum meridianium.** Zagreb 1868-1897, T. I.-V.

(28) SCHMIDT, XII, pp. 93, 418, 445 et suivantes.

(29) Idem.

(30) Soit les décrets de 1776 et de 1867 pour Abrudbanya et les décrets de 1720, 1827 et de 1870 pour Thoroczko.

(31) CSEKEY Stephan : : **Die Verfassung Ungarns.** Budapest-Leipzig. 1944, pp. 172 et suivantes.

(32) SCHMIDT, XV. p. 237 et XVIII. p. 7.

(33) Idem.

(34) WENZEL, p. 248.

(35) WENZEL, pp. 248, 258.

(36) Idem.

(37) KRIZSKO Pal : **A körmöczi régi kamara és grofjai** (La chambre ancienne de Körmöczbanya et ses comtes), Budapest, 1880.
Ertekezések a történelem tudomanyok köreböl (Etudes des sciences historiques), Vol. III, n° IX : KRIZSKO, pp. 6, 36.

(38) FEJER Georg : **Codex diplomaticus Hungariae ecclesiasticus et civilis.** Pest, 1829-1844, Vol. I-XLIII : Fejér, C.D. VII/5, p. 480.

(39) WENZEL, p. 29.

(40) HOMAN-SZEKFU. I. pp. 399-401, II. pp. 277 et suivantes.

(41) Chap. 3.

(42) KRIZSKO, pp. 14-15.

(43) **Tripartitum.** I. tit. 24.

(44) WENZEL, p. 23.

(45) Voir par exemple la lettre de privilège de 1327 (FEJER, C.D. VIII/3, p. 198).

(46) KELEMEN Emeric : **Institutiones juris Hungarici privati.** Buda, 1818, II[e] édit. Vol. II, p. 274.

(47) Voir par exemple FEJER, C.D. III/1, p. 205.

(48) WENZEL Gusztav : **Magyarorszag varosai és varosjogai a multban és a jelenben** (Les villes et les droits urbains en Hongrie dans le passé et dans le présent). Budapest, 1877, pp. 56 et suivantes.

(49) WENZEL, p. 158.

(50) RYMER T. **Foedera, conventiones, etd... inter reges Angliae et alios quosvis Imperatores, Reges, etc...** London, 1710, Vol. XI. p. 317.

(51) Edit. septembre de cette année.

(52) En russe moderne : « artisans, mineurs qualifiés » : ,maszterov chahtërov specialist ; « experts dans la prospection de l'or et de l'argent » : ekspertov v prospectii zolota i serebra ; « capables de séparer les métaux de la terre » : kotorij mohout razdelit metaly et zemli.

(53) **Pamjatniki diplomaticseszkchi szpomenij drevnei Rosszij vz derzsa inosztrannijmi,** St. Petersburg. 185k, Vol. I. p. 165.

(54) Voir le ProcèsVerbal de l'Assemblée Nationale, Paris, 1791, Vol. XLIX et L, n° 597.

(55) Le droit minier français républicain, puis impérial, qui inspira d'ailleurs la législation française de 1866, a été imité en Europe toute entière. Il a contribué à la modernisation de plusieurs codes miniers, entre autres ceux d'Italie dès 1808, de Belgique dès 1831, de Norvège dès 1842, de la République Cracovienne dès 1844. du Portugal dès 1852, de Suède dès 1855, de Prusse dès 1865, de Bavière et de plusieurs cantons suisses dès 1869.

(56) WENZEL, p. 257.

(57) KMETY Karoly : **Magyar közjog** (Droit public hongrois). Budapest 1926 (?), V[e] édit., pp. 75 et suivantes ; MOLNAR Kalman : **Magyar közjog** (Droit public hongrois), Pecs 1929, III[e] édit., p. 35.

REVUE DE LA LITTERATURE TECHNIQUE

Sélection des fiches d'Inichar

Inichar publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet*, à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet*, donnant des vues sur toutes les nouveautés

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. **A 34** Fiche n° **45.232**

W. GATZKA. Erdgas vor der britischen Nordseeküste. *Gaz naturel devant la côte britannique de la Mer du Nord.* — **Glückauf,** 1966, 7 décembre, p. 1336/1338, 1 fig.

Actuellement sur le socle maritime britannique de la Mer du Nord, 33 sondages ont été achevés ou sont en voie de l'être ; 8 se sont avérés susceptibles d'une exploitation économique. Le Gas Council, sur la base des découvertes opérées à ce jour, envisage que la production annuelle de gaz naturel pourra être portée, en 1975, à environ 40 milliards de m³/an, ce qui correspond à 46 M.t.e.c. Cette année, la quote-part du gaz naturel dans la consommation globale d'énergie primaire du pays — soit 380 M.t.e.c. — serait donc de 12 %. Actuellement, le Gas Council s'est mis d'accord avec la B.P. pour que les fournitures en gaz naturel que celle-ci fera au cours des 3 prochaines années le soient au prix de 5 d/thermie (soit environ 0,93 D. Pfennig/1000 cal), ce qui correspond à peu près au prix actuel du gaz fourni par les raffineries de pétrole. Néanmoins, on présume que le prix final des livraisons atteindra, d'ici quelques années, 2 d/thermie, rendue sur terre, à la côte. On compte que la première colonne sous-marine à gaz posée vers la terre ferme entrera en service vers la fin de cette année ; le gaz sera livré au prix d'un peu moins d'un D. Pfennig/1000 cal, c'est-à-dire plus bas que les autres sources concurrentielles d'énergie (charbon, fuel-oil et gaz de cokerie). L'auteur analyse les effets auxquels on peut s'attendre dans un avenir plus ou moins éloigné, tant sur le marché énergétique britannique que sur celui du continent européen occidental. D'ores et déjà, on peut dire que des exportations de gaz naturel vers la Grande-Bretagne pourront être supprimées et qu'on cherchera aux Pays-Bas à intensifier les exportations vers les pays voisins.

IND. **A 34** Fiche n° **45.263**

B. TISSOT. Problèmes géochimiques de la genèse et de la migration du pétrole. — **Revue de l'Institut Français du Pétrole,** 1966, novembre, p. 1621/1671, 21 fig.

L'étude est consacrée au problème géochimique de la transformation de la matière organique en pétrole, puis à l'expulsion et à la ségrégation de celui-ci pour former des gisements. On tente d'abord de déterminer quel apport peuvent fournir les données classi-

ques de la thermodynamique et de la cinétique chimique. Bien que l'équilibre thermodynamique ne soit pas atteint dans les gisements pétroliers, comme le montre l'analyse par individu des composés légers, on aboutit à la notion d'équilibre métastable d'un système « ouvert » (avec départs et apports). Les lois de la cinétique classique ne peuvent être utilisées qu'avec beaucoup de réserves pour des réactions qui s'étalent sur des milliers et plus souvent des millions d'années. On étudie ensuite successivement les principaux paramètres physico-chimiques susceptibles d'intervenir dans les réactions de formation du pétrole : sources d'énergie et catalyseurs. Pour chacun d'entre eux (température, radio-activité, catalyseurs minéraux, bactéries), on essaie de déterminer l'ampleur et les limites de son activité à l'aide des expériences de laboratoire, d'une part, et des observations sur les bassins et gisements, d'autre part. Ces considérations nous ont orientés vers une hypothèse thermocatalytique (énergie géothermique, catalyseurs minéraux). L'expulsion des hydrocarbures hors de la roche où ils se sont formés est une nécessité pour la formation des gisements de pétrole. Les divers modes d'expulsion sont envisagés et l'on constate qu'il existe en général un conflit entre les exigences respectives pour favoriser la formation des hydrocarbures et leur expulsion hors du sédiment. A l'aide de certaines hypothèses simplificatrices, on définit un modèle schématique de bassin pour l'étude qualitative des relations entre la formation des hydrocarbures et leur expulsion. On évalue également l'influence respective de la loi d'enfouissement et du gradient géothermique.

Résumé de la Revue.

IND. **A 354** Fiche n° **45.230**

C.H. FRITZSCHE. Der Diamantbergbau Süd- und Südwestafrikas. *L'exploitation de diamants en Afrique du Sud et du Sud-Ouest.* — **Glückauf,** 1966, 7 décembre, p. 1308/1316, 12 fig.

En Afrique du Sud, on extrait actuellement le diamant de 7 mines profondes (5 grandes et 2 plus petites) dans des exploitations en expansion continue et tout récemment à partir d'exploitations sous-marines. En Afrique du Sud prédomine le diamant industriel, tandis qu'en Afrique du Sud-Ouest, c'est le diamant de joaillerie. Les quantités de diamants extraites augmentent chaque année ; en 1963, on atteignit 1,15 t ou 5,77 M carats. Environ 80 % de ce poids sont négociés par le groupe De Beers. La méthode d'exploitation foudroyée par chambres et piliers au sous-étage, appliquée anciennement d'une manière générale, n'est plus actuellement que peu usitée pour les cheminées de Kimberlite (blue ground). A la place de celle-ci, on recourt à la méthode des chambres foudroyées par blocs, tandis qu'à la mine « Premier », la plus grande mine de diamant du monde, on emploie la méthode d'agrandissement des chambres par tir. Dans les galeries principales du fond, roulage par locomotives à trolley tractant des rames de wagonnets contenant 6 à 10 t. On recourt de plus en plus à l'extraction par skips le long de puits verticaux. La production moyenne par puits est de 1,4 t de minerai brut par an, avec une teneur moyenne de 0,36 carat de diamant par tonne de minerai brut. Seule la mine « Premier » avec 0,25 carat/t atteint une production annuelle de minerai brut de 7 Mt/an. Une partie de la production totale du diamant résulte de l'exploitation à ciel ouvert, d'un gisement alluvionnaire de 1 m de puissance recouvert de dépôts de sable atteignant jusqu'à 30 m d'épaisseur. Les travaux de déblaiement et d'extraction s'opèrent de plus en plus au moyen de puissantes excavatrices modernes, quoique de petites exploitations manuelles par placers subsistent. Les opérations de préparation du minerai brut comportent en première phase le concassage, le broyage et le criblage par voie humide et également le lavage à la liqueur dense ; finalement, les diamants sont séparés de la gangue sur des tables à secousses recouvertes d'une couche de graisse. Les mines de diamant de l'Afrique du Sud et du Sud-Ouest appartiennent aux entreprises minières les plus rentables du monde, des dividendes de 200 % et plus sont de règle.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. **B 115** Fiche n° **45.184**

E. AU. Untersuchungen von Abdichtungsarbeiten, vorwiegend in Schächten des Ruhrgebietes im Bereich des Turons unter besonderer Berücksichtigung herkömmlicher und neuerer Abdichtungsmedien in Verbindung mit Erfahrungen der Erdölindustrie. *Etude sur les travaux d'étanchéification, surtout dans les puits de la Ruhr au niveau du Turonien, en tenant compte en particulier des matières d'étanchéification traditionnelles et nouvelles ainsi que des expériences de l'industrie pétrolière.* — **Bergbauwissenschaften,** 1966, 25 novembre, p. 454/471, 24 fig.

Après avoir décrit les procédés d'étanchéification usuels et leurs limites d'application sous des conditions hydrologiques spéciales, l'auteur met en évidence les difficultés rencontrées lors de l'utilisation de ciment comme matière d'étanchéification. Une étude très approfondie au laboratoire des résines synthétiques du marché incite à un essai pratique d'un système de résines synthétiques pour l'étanchéification d'un puits à infiltration d'eaux salées. L'auteur rapporte les coûts de l'opération d'étanchéification de l'endroit le plus menacé d'un puits et propose un changement du « procédé classique » en partant des connaissances recueillies.

Résumé de la Revue.

IND. **B 24** Fiche n° **45.311**

P. MUELLER. Die Bohrtechnik im Dienst bergmännischer Rettungsaktionen. Beitrag zu Verfahrensfragen bei der Rettung eingeschlossener aus unterirdischen Hohlraümen. *La technique de forage au service des opérations minières de sauvetage. Contribution aux questions de méthode qui se posent à l'occasion du sauvetage d'emmurés dans des cavités souterraines.* — **Bergakademie,** 1966, novembre, p. 685/689, 1966, décembre, p. 742/747, 11 fig.

Sous le contrôle de la Direction Générale des Mines, on vient d'organiser en République Démocratique d'Allemagne un service central de sauvetage basé sur l'exécution de sondages, en vue de coordonner les entreprises de forage, les instituts scientifiques, les centrales de sauvetage et les spécialistes des structures de roches de couverture, aussi bien dans les recherches médicales que techniques et scientifiques. Ainsi donc les mines seront à même, à court terme, d'appliquer des méthodes de sauvetage adéquates et efficaces.

IND. **B 33** Fiche n° **45.308**

K. TROESKEN. Vortriebs- und Nachreissmaschinen beim Flözstreckenvortrieb im westdeutschen Steinkohlenbergbau. *Machines à tracer et à bosseyer, utilisées pour le creusement des voies d'exploitation en couche dans les charbonnages de l'Allemagne Occidentale.* — **Bergakademie,** 1966, novembre, p. 669/676, 21 fig.

Après avoir analysé comment les différentes machines à creuser les voies horizontales d'exploitation, actuellement disponibles, satisfont aux exigences en ce qui concerne la mécanisation et l'automatisation de l'opération, l'auteur définit le champ d'application des équipements utilisant des outils de coupe en métal dur. Sont ainsi passés en revue, en ce qui concerne leurs caractéristiques techniques et les conditions de leur mise en œuvre, les engins mécanisés ci-après : 1. *Machines à bosseyer.* Types Mark I, II et IV de Bretby, la Greenside - 2. *Machines à creuser les voies à bras portant une tête de fraisage :* la D.R.C.L. (Dosco Roadway Cutter Loader) - la machine de Bretby à bras télescopique - la machine VS 1 « Nashorn » de Demag - la machine de l'« Oesterreichische Alpinen Montangesellschaft » (construction sous licence de la machine hongroise F 5) - la machine EV - 100 de Eickhoff - la machine Wohlmeyer SBM 720 (à mouvement en pas de vis de la tête fraiseuse) appliquant le principe de l'alésage d'un trou de sonde préalablement foré.

IND. **B 4110** Fiche n° **45.405**

R.L.J. Mac RAE. Mobility of longwall equipment. *La mobilité de l'équipement des longues tailles.* — **Colliery Guardian,** 1966, 30 décembre, p. 813/815, 4 fig.

Les conditions de l'exploitation moderne imposent un taux d'utilisation maximal du matériel minier coûteux et une mobilité réduisant au minimum les pertes de temps de transfert. La mobilité dépend de deux points : construction des machines et mode de soutènement dégageant l'espace où elles se meuvent. Ce problème de la densité de soutènement est difficile et l'article en expose les conditions. Il aborde ensuite la question du transfert du matériel d'un panneau d'exploitation entièrement abandonné à un nouveau panneau, opération dont la fréquence augmente en raison des taux d'avancement élevés exigés par l'exploitation moderne. Les facteurs à considérer sont au nombre de trois : a) Organisation des services intéressés - Les techniques modernes d'organisation peuvent y être d'excellente application. Le temps demandé peut varier de 4 jours pour une taille d'équipement classique (étançons coulissants et bêles, haveuse) à 14 jours pour une taille ROLF (étançons à progression mécanique, télécommandes, automatisation) - b) Mode de tracé de panneaux - Par exemple, deux panneaux consécutivement exploités et adjacents peuvent être pris alternativement en avançant et rabattant, d'où gain de temps de transfert - c) Conception de l'équipement. La construction, en Amérique principalement, a en vue la mobilité ou même l'automobilité. On cite plusieurs exemples démonstratifs.

IND. **B 4110** Fiche n° **45.433**

G.L. MAY. Longwall experiment at Mine 32. *Essai de longues tailles à la Mine 32.* — **Mining Congress Journal,** 1966, novembre, p. 50/56, 2 fig.

La mine Revloc 32 de la Bethlehem Mines Corp. exploite une couche de 1,05 m d'ouverture et produit 6.500 t brutes/jour. La profondeur varie de 217 à 300 m. Des difficultés de soutènement ont conduit à appliquer la méthode de longue taille sur 162 m de front avec des unités de soutènement Roof-O-Matic à 6 étançons espacés de 1 m de centre à centre. La pression hydraulique et de 210 kg/cm². La machine abatteuse Jeffrey Anderton est à deux directions, tambour à double spirale de 1,34 m de diamètre, 0,60 m de largeur, 150 ch, longueur 4,50 m. La tête coupante peut être relevée de 17 cm ou abaissée de 10 cm sur l'horizontale. Quelques difficultés de mise en service ont été rencontrées et surmontées. Le convoyeur blindé a une capacité de 420 t/h, 0,75 m de largeur, vitesse 62 m/min, 2 moteurs 125 ch, 440 V. Le transport se fait par convoyeurs. Le voltage à proximité de la taille est réduit à 480 V. On ne dépasse pas la largeur de 3,9 m, dans les creusements. La taille occupe une équipe de 10 hommes. La production dépasse 500 t/poste et atteint parfois 1000 t. La méthode a procuré une économie appréciable sur le coût des approvisionnements en général.

IND. B 4110 Fiche n° **45.472**

P.J. MUYSKEN. Die wirtschatlichste Streblänge bei schälender Gewinnung. *La longueur la plus économique des tailles rabotées.* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 6, 1966, décembre, p. 259/267, 5 fig.

Etude théorique effectuée au moyen d'un modèle de calcul sur demande des Staatsmijnen en vue de la détermination des frais de main-d'œuvre et de matériel de la seule exploitation d'une couche. Relations de principe. Application d'un calculateur électronique. Données chiffrées sur les coûts. Influence sur les coûts de revient au chantier, de la concentration des opérations. L'intérêt, au point de vue des frais d'exploitation, d'une longueur de taille constante, avec accroissement de la surface déhouillée journellement. Les coûts d'exploitation en fonction de la mécanisation et de l'automatisation du soutènement en taille. La courte taille n'est pas économique. Relation statistique entre la longueur de la taille et la surface déhouillée par jour. Influences d'ordres technique, géologique et de sécurité qui agissent sur la longueur de la longue taille.

IND. B 4110 Fiche n° **45.473**

R. TILLESSEN. Führt die weitere Entwicklung der Abbautechnik zu kürzeren Streben ? *L'évolution future de la technique d'exploitation ne conduira-t-elle pas à des tailles plus courtes ?* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 6, 1966, décembre, p. 269/272, 6 fig.

Résultats d'exploitation de longues tailles en plateure, en veine d'ouverture moyenne — en particulier au Siège Friedrich Heinrich — sous diagrammes où figurent, en fonction de la longueur de taille, (en abscisses) les grandeurs suivantes : 1) Montant des investissements (en M DM) pour l'équipement en machines, matériels et équipements de la taille - 2) Dépenses rapportées à la tonne, des prestations nécessitées par l'équipement, l'installation et l'aménagement de la taille d'abord, puis de son désameublement ensuite - 3) Coût de revient par tonne, pour une production par jour donnée de la taille (à 2 et à 3 postes d'abattage/jour) - 4) Production nette/jour et avancement/jour, à 2 et à 3 postes/jour - 5) Coût de revient par tonne en considérant une production par jour variant avec la longueur de la taille : a) il faut respecter un rapport « raisonnable » entre la durée et le coût des prestations requises pour l'aménagement et le désameublement de la taille, d'une part, et la vie du chantier, d'autre part ; b) les dépenses par tonne de creusement des voies d'exploitation, d'aménagement des extrémités de taille et des niches interviennent avec une quote-part élevée dans le prix de revient chantier ; en conséquence, tous les développements futurs devront viser à en diminuer l'incidence par des mesures telles que : creusement des voies avec un large front, supprimant les niches, absence de brèche de toit ou de mur, c'est-à-dire une section convenable pour assurer les exigences formulées par l'aérage et la desserte. Compte tenu de ces éléments, dans bien des cas, la longueur optimale des tailles en plateure peut descendre au-dessous de 200-250 m, c'est-à-dire de la longueur qu'on admettait généralement, dans l'état actuel de la technique, comme économiquement la plus favorable.

IND. B 4110 Fiche n° **45.523**

M. MERIAUX et H. SCHREIBER. Die moderne Entwicklung der Gewinnung mit Walzenschrämladern beim Strebbau im elsässischen Kalibergbau. *Le développement moderne de l'abattage par abatteuse-chargeuse à tambour lors de l'exploitation par longue taille dans les mines de potasse d'Alsace.* — **Bergakademie,** 1966, décembre, p. 731/736, 8 fig.

1. Introduction - 11. Gisement de potasse d'Alsace - Champ d'application des différentes méthodes d'abattage - 12. Méthodes utilisant les haveuses-chargeuses à tambour (Havage dans une seule tranche - havage dans deux tranches) - 2. Haveuse-chargeuse à 2 tambours - 21. Vitesse de havage - 22. Augmentation de la profondeur de coupe - 23. Augmentation de la puissance du moteur (celle-ci permet des productions de 160 à 180 t/p) - 24. Résultats - 3. Amélioration de la qualité du sel brut abattu - Havage sélectif - Machine à haver dans les lits stériles - 31. Havage avec élimination des schistes dans la tranche supérieure - 32. Havage dans la tranche inférieure - 33. Résultats - 4. Extension de la méthode d'exploitation utilisant les haveuses à tambour - 41. Dans les couches ou sillons épais - 42. Dans les couches ou sillons minces : haveuse de faible encombrement en hauteur (type bas) - Haveuse à un seul tambour, se déplaçant à côté du convoyeur blindé - Haveuses se déplaçant sur le convoyeur blindé - 5. Mécanisation totale de l'exploitation - 51. Soutènement mécanisé. 52. Problèmes restant à résoudre (convoyeur blindé de taille, niches et extrémités de taille) - 6. Conclusions.

IND.B 4112 Fiche n° **45.269**

C. ROUND. Retreating faces at Elsecar Main colliery. *Tailles rabattantes au charbonnage d'Elsecar Main.* — **Colliery Engineering,** 1966, décembre, p. 496/505, 16 fig.

Le charbonnage d'Elsecar Main, dans le Yorkshire, a battu le record du rendement, dépassant 50 t/hp dans une courte taille de 60 m. On a même atteint 81,2 t en 24 h, avec 3 postes de 4 hommes. La taille est équipée d'étançons à progression mécanique Gullick à 6 étançons, d'une machine à tambour AB 200 ch à hauteur de coupe variable et d'un convoyeur blindé de 0,75 m. La couche de 1,50 à 1,65 m est à 135 m de profondeur, atteinte par une galerie inclinée à 20 %. Transport souterrain par

convoyeurs à courroie. L'exploitation est rabattante. Tenue des terrains généralement assez bonne. La mécanisation tant dans les travaux de traçage que dans les tailles a été appliquée au maximum au cours des dernières années et on en décrit la progression. La production du charbonnage a été de 487.000 t nettes en 1965-1966. Les avantages de l'exploitation rabattante y ont trouvé une occasion de s'affirmer.

IND. **B 4112** Fiche n° **45.435**

D. JACKSON. Longwall makes mining marginal coal profitable. *L'exploitation par longues tailles peut rendre rentables des couches marginales.* — **Coal Age,** 1966, décembre, p. 58/65, 22 fig.

Bien que le coût de l'équipement d'un longue taille soit à peu près de 50 % plus élevé que celui d'une taille classique exploitée par chambres et piliers, les longues tailles peuvent réussir à fournir la seule méthode d'exploitation économique. C'est le cas du charbonnage de la Cannelton Coal Co, en Virginie Ouest. Malgré des difficultés d'installations et des conditions d'exploitation défavorables, on y a obtenu une production par taille supérieure avec un meilleur rendement, une main-d'œuvre réduite, moins de consommation et une sécurité améliorée. On exploite 3 couches qui ont de 1 à 1,20 m d'ouverture. La production par taille et par poste varie de 350 à 800 t. L'équipement comprend des machines à tambour de 1,07 m de diamètre Long-Avidox, convoyeurs blindés, soutènement à progression mécanique hydraulique à 5 étançons. L'article donne des détails sur l'installation, le transfert du charbon du front de taille et des commentaires sur l'adaptation de la méthode d'exploitation par longues tailles aux charbonnages américains.

IND. **B 413** Fiche n° **45.437**

J.L. SCHRODER. Continuous miners extract High Splint pillars. *Déhouillement de piliers dans la couche High Splint par mineurs continus.* — **Coal Age,** 1966, décembre, p. 84/87, 5 fig.

La couche High Splint du charbonnage de la U.S. Steel Corp. Kentucky est non grisouteuse, dure et, dans les réserves actuellement exploitées, a 1,40 m d'ouverture. Elle est exploitée à flanc de côteau dans une région montagneuse qui découpe le gisement en un contour très irrégulier. La méthode par chambres et piliers est appliquée en se conformant à cette condition particulière. L'abattage dans les piliers utilise des mineurs continus et est pratiqué suivant une planification étudiée en fonction des conditions locales. Le soutènement utilise des boulons de toit, ainsi que des étançons en bois et des vérins hydrauliques au front de foudroyage. L'article expose le déroulement des opérations de dépilage. Les transports utilisent des convoyeurs à courroie dans les panneaux. Ces convoyeurs se déchargent dans des wagons de 10 t à fond mobile aux points de chargement. Roulage sur rails.

IND. **B 4210** Fiche n° **45.341**

M. JUNOWICZ. Mathematisch-statistische Untersuchung der Verhiebarten der steilen Lagerung der Ruhrbergbaus. *Etudes mathématiques statistiques des modes d'abattage des gisements en dressant dans le Bassin de la Ruhr.* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 5, 1966, octobre, p. 225/233, 13 fig.

Compte tenu que l'exploitation des couches en gisement penté n'a connu jusqu'ici dans la Ruhr qu'un très modeste taux de mécanisation, les méthodes d'exploitation et les procédés de déhouillement conventionnels présentent encore une importance appréciable. La présente étude concerne la recherche et la confrontation des modes de dépilage par front oblique encore pratiqués de nos jours, à savoir : par gradins renversés, par dents de scie et par attaques multiples. A l'aide de calcul de régression et en recourant à une machine à calculer électronique, l'auteur détermine et compare, pour chacun des modes de déhouillement mentionnés, la dépendance qui existe entre la consommation, en taille, en postes de main-d'œuvre (c'est-à-dire le rendement taille/hp) vis-à-vis des différentes grandeurs : ouverture de la couche, concentration au chantier, densité d'occupation du personnel, etc... De la comparaison de ces résultats, il est possible de tirer des conclusions utiles en ce qui concerne l'application optimale des divers modes de déhouillement, compte tenu des conditions existantes.

IND. **B 4210** Fiche n° **45.474**

F. CLAES. Ausrichtungsverfahren für steil gelagerte Steinkohlenflöze und ihre Beurteilung. *Méthodes de découpage du gisement pour des gisements fortement pentés et critères d'appréciation de celles-ci.* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 6, 1966, décembre, p. 273/281, 7 fig.

Classement des méthodes de préparation des tailles en travaux préparatoires : 1) pour exploitation avec sous-étage - 2) pour exploitation à partir d'un étage - 3) pour exploitation à partir d'un étage central, principal - Montant global des dépenses d'exploitation rapporté à la tonne extraite en fonction de la méthode de préparation appliquée - Comparaison entre les différentes méthodes de préparation (avantages et inconvénients de chacune d'elles) dans les deux hypothèses suivantes : a) le choix de la hauteur d'étage étant laissé à l'exploitant - b) la hauteur d'étage est fixée au préalable.

IND. **B 425** Fiche n° **45.469**

HOUILLERES DU BASSIN DE LORRAINE. Concentration dans une taille de dressants. Attaques multiples avec soutènement métallique au Siège de Merlebach-Cuvelette. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1966, décembre, p. 921/948, 28 fig.

Les essais préliminaires ont porté sur la métallisation du soutènement et l'introduction du boulonnage, la mécanisation de la foration et le ripage en bloc du blindé. Des chapeaux métalliques en forme de cintre ont été mis au point ; des boulons en coin, puis à la résine ont été essayés. L'utilisation des consoles boulonnées, support de chapeaux et des montants métalliques, a permis l'emploi des chapeaux métalliques avec le boulonnage et le garnissage du toit dans un certain nombre de chantiers. Des essais de foration mécanisée ont eu lieu dès 1964 ; ils ont abouti à l'adoption de la perforatrice sur glissières Meudon et du plancher sur poussards métalliques. Les essais de ripage en bloc du blindé furent pratiqués dès juin 1964 par palan et par treuil en veine Irma, puis à Simon par flottation. Ce dernier procédé l'a emporté à cause de la meilleure assise du blindé sur sable mou et du ripage pendant remblayage. Résultats enregistrés dans le chantier d'Irma 7e N.E. à 686 m (ouverture 3,10 m ; puissance 2,90 m, pendage 65° ; l'exploitation par tranches plates montantes avec remblayage hydraulique et déhouillage par attaques multiples) : hauteur d'enlevure passée à 3,25 m de charbon sur 1,50 m de canal. Un projet de cycle d'enlevure de durée de 12 jours, n'a pu être réalisé ; le cycle réel actuel est de 16 jours. Les productions de novembre 1965 à mai 1966 pour le dépilage de 9 tranches complètes n'ont pas cessé de croître : 297 t/jour à 438 t/jour ; les rendements veine sont passés de 9 t à 11 t ; les accidents y ont été moins nombreux qu'en moyenne dans la division. En comparaison avec les résultats des 3 autres tailles en veine Irma, ceux de la taille 7 NE 686 accusent une légère baisse de rendement et une production accrue de 60 %. On peut espérer que prochainement les rendements atteindront les valeurs des meilleures tailles de la veine Irma et des productions doubles. Une étude prospective montre pour cette réalisation, et en généralisant la méthode, un gain sur le prix de revient de 4-5 % ou 1,40 à 1,50 F/t.

IND. **B 43** Fiche n° **45.312**

W. KOENIG. Betriebliche Erfahrungen beim Abbau von drei mächtigen Flözen in einem Schachtsicherheitspfeiler. *Expériences en matière d'exploitation, récoltées à l'occasion du déhouillement de trois couches puissantes dans un stot de protection de puits.* — **Schlägel und Eisen,** 1966, décembre, p. 631/637, 9 fig.

Sommaire. Etablissement du planning de reprise des stots de protection de puits - Planning des mesures, des garanties et des dispositions de sécurité à prendre - Exécution de celles-ci dans les puits - Développement et conduite des travaux de reprise, en pratique - Effets et manifestations visibles dans les puits, consécutifs aux travaux de reprise des stots de puits - Connaissances et enseignements, récoltés à l'occasion de la reprise du stot de puits en question et jugés selon les critères de l'exploitation minière - Comparaison du planning établi au préalable avec les événements tels qu'ils se sont réellement déroulés - Règles et directives de la conduite du déhouillement - Ordre chronologique d'exploitation successive des 3 couches puissantes du faisceau groupe dont ici question - Discussions et commentaires des mesures de sécurité à prendre dans les puits - Expérience acquise, conseils et conclusions prises « après coup », utiles pour un prochain planning de reprise de stot.

IND. **B 50** Fiche n° **45.356**

F. **KOVACS.** Optimale Förderkapazität der Tagebauen. *La détermination de la capacité optimale de production dans les exploitations à ciel ouvert.* — **Publications de l'Institut Hongrois de Recherches Minières,** n° 8/9, 1965-1966, p. 73/83, 16 fig.

Après avoir abordé la question des paramètres fondamentaux concernant des exploitations à ciel ouvert et apprécié les résultats repris dans la littérature y relative, l'auteur examine les facteurs provoquant des changements dans leur capacité de production. Ensuite, il analyse d'une façon plus détaillée l'effet des changements de capacité sur les frais de production. En déterminant la capacité optimale de production, il dissèque les facteurs se rapportant aux frais d'investissement et à leur équation. Enfin, les frais de service sont analysés et la capacité optimale de production est déterminée pour des panneaux de dimensions données. Résumé de la revue.

IND. **B 62** Fiche n° **45.307**

H. BACHMANN. Gelenktes Aussolen im Steinsalz. *Production par dissolution contrôlée du sel gemme.* — **Bergakademie,** 1966, novembre, p. 659/665, 11 fig.

Après avoir décrit les travaux préparatoires requis pour convertir la production de solution saline (saumure) provenant de l'exploitation au fond et le traitement de celle-ci à la surface, en un pompage contrôlé d'eau fraîche au travers du sondage, l'auteur discute les avantages et inconvénients inhérents aux 2 méthodes. Il décrit en détail l'équipement technique et les installations de surface, ainsi que la façon de mettre les sondes en place. Il compare les résultats acquis à ce jour à l'aide de la nouvelle méthode, à ceux de la méthode conventionnelle, en ce qui concerne la productivité de la main-d'œuvre,

les prix de revient et les saturations obtenues. Il montre la supériorité du nouveau procédé dans toutes les valeurs caractéristiques.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT

IND. **C 233** Fiche n° **44.254**

SERVICE TECHNIQUE DE LA CHAMBRE SYNDICALE DES MINES DE FER DE FRANCE. L'introduction du tir au nitrate-fuel chargé en vrac dans les mines de fer de France. — **Chambre Syndicale des Mines de Fer de France, Service Technique,** Bulletin Technique n° 85, 1966, 4e trimestre, p. 231/268, 29 fig.

Plan du rapport. *1ère partie :* Etudes, essais et mesures préalables à l'emploi du nitrate-fuel chargé en vrac (effectuées à la mine de Joudreville et à la mine de la Ferrière-aux-Etangs) : 1) Essais et mesures relatifs aux dangers des charges électrostatiques : 11. Sensibilité des détonateurs électriques haute intensité aux charges électrostatiques. 12. Essais de cuves de chargement pour nitrate-fuel. 13. Etudes sur les tuyaux flexibles de chargement. 2) Cuves de chargement au nitrate-fuel : 21. Types d'appareils de chargement. 22. Appareils essayés à ce jour. 3) Etude de caractéristiques de l'explosif nitrate-fuel. 31. Qualités apparentes de l'explosif nitrate-fuel. Leur évolution au cours des essais. 32. Mesures de vitesse de détonation du nitrate-fuel. *2e partie:* Tirs expérimentaux au nitrate-fuel chargé en vrac. 1) Influence des paramètres principaux. 11. Densité de chargement. 12. Amorçage des coups. 13. Bourrages. 14. Compactage. 15. Travail de l'explosif dans les trous. 16. Curage. Soufflage. Humidité. 2) Exploitation d'un quartier avec abattage au nitrate-fuel. 21. Plans de foration et schémas de tir. 22. Préparation. Chargement et tir des volées. 23. Incidents de tir. Ratés. Traitement des ratés. 3) Résultats économiques. Comparaison avec le tir à l'explosif solide en cartouche. 31. Généralités. 32. Résultats obtenus et escomptés. 4) Conclusions.

IND. **C 2359** Fiche n° **45.377**

J. BIGOURD. Sécurité du tir sous pression d'eau. — **Publication Cerchar n° 1670, Documents Techniques n° 12,** 1966, décembre, p. 749/756, 3 fig.

Communication présentée à la Journée Sécurité Grisou (Verneuil, 20 octobre 1966). L'auteur examine successivement trois problèmes posés par le tir d'explosifs dans des trous de mine remplis d'eau sous pression : 1. Comment assurer la détonation complète des charges : il faut assurer la protection contre la pénétration de l'eau, l'aptitude à la détonation et sa transmission. - 2. Quelle est l'efficacité de l'eau comme moyen de protection contre l'inflammation de grisou - 3. Comment contrôler la présence de l'eau dans le trou de mine au moment du tir. Compte rendu des travaux du Cerchar dans ces domaines.

Résumé de la revue.

IND. **C 4231** Fiche n° **45.542**

A.S.W. GOODBAND et E. DRING. Design and development of a remotely hauled and remotely controlled thin seam shearing machine. *Construction et développement d'une machine abatteuse pour couches minces, à traction télécommandée et à télécontrôle.* — **The Mining Electrical and Metallurgical Engineer,** 1967, janvier p. 3/9, 6 fig.

L'article expose les considérations qui ont conduit à l'élaboration de la machine Muschamp 105, prototype conçu pour l'abattage en couches minces avec télécommande. La machine est montée sur convoyeur blindé et a pour dimensions principales : hauteur 0,30 m, largeur 0,65 m, longueur 3,30 m, double direction de coupe et chargement en couches de 0,60 à 0,90 m, diamètre du tambour à la pointe des pics, moteur électrique 80 ch. On en donne la description des différentes parties ainsi que de l'équipement qui lui est associé, plaques de rampe, manipuleur de câbles, système de halage télécommandé, groupe moteur hydraulique. Une description particulière est fournie de l'équipement électrique, boîtes de contrôle, circuits pilotes, éléments du télécontrôle. On fournit aussi des renseignements concernant l'inspection de ce matériel et les essais de mise en marche. Ce prototype de machine a été installé en mai 1965 au charbonnage de Coppice dans une taille de 60 m de longueur environ, puis au charbonnage de Bestwoor dans une taille de 225 m. Divers ajustements ont été apportés et une seconde machine a été mise en service à Rothwell. Le National Coal Board projette l'installation d'autres machines semblables dans plusieurs charbonnages.

IND. **C 4232** Fiche n° **45.219**

MINE DE RONCOURT. Essais du mineur continu « Lee Norse » à la mine de fer de Roncourt. — **Chambre Syndicale des Mines de Fer de France,** Bulletin Technique n° 84, 1966, 3e trimestre, p. 161/167, 4 fig.

I. Historique - II. Description de la machine. Elle est formée de 3 ensembles assurant les fonctions suivantes : 1) havage du minerai - 2) ramassage et chargement du minerai - 3) translation - III. Description des quartiers d'essais - IV. Description des essais et résultats obtenus - V. Conclusions. Après ces essais, il est maintenant possible d'affirmer : a) que les couches siliceuses de la Mine de Roncourt peuvent être exploitées au moyen du mineur continu du type Lee Norse CM 45 E avec des améliorations substantielles de rendement et de prix de revient - b) que le type d'engin qui a servi pour

les essais, bien qu'ayant un débit relativement faible (300 t/poste), peut être retenu pour cette exploitation, si sa robustesse est augmentée et si son prix d'achat n'est pas sensiblement majoré. On notera aussi que ces essais n'ont pas prouvé, d'une façon certaine, que le comportement du toit ait été nettement amélioré par l'utilisation du mineur continu.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. **D 124** Fiche n° **45.359**

F. MARTOS. Relations entre la teneur en humidité et la résistance des roches. — **Publications de l'Institut Hongrois de Recherches Minières,** n° 8/9, 1965-1966, p. 97/107, 9 fig.

L'auteur cherche à déterminer des relations quantitatives pour les caractéristiques physico-mécaniques des roches. A l'aide des indices déterminés pour un grand nombre d'échantillons pris dans des roches d'âge miocène du Bassin de Borsod, il déduit des fonctions de régression tout en évaluant leur précision. En ce qui concerne les valeurs de résistance obtenues par la modification artificielle de la teneur en humidité des éprouvettes préparées par mêmes échantillons, il indique comment celles-ci varient en fonction de la teneur en humidité.

Résumé de la revue.

IND. **D 124** Fiche n° **45.522**

U. WINTER. Beiträge zu Untersuchungen über die Dielektrizitätskonstante von Salzgesteinen. *Contributions aux recherches sur les constantes diélectriques de roches salines.* — **Bergakademie,** 1966, décembre, p. 727/731, 11 fig.

Compte tenu de l'importance de la constante diélectrique des roches, et en particulier pour l'exploration géophysique, l'auteur expose les résultats de nombreuses mesures de diélectricité auxquelles il a procédé sur des échantillons des principales roches de sel, entre autres, d'anhydrite ; il les discute à l'intérieur de l'intervalle des fréquences appliquées, c'est-à-dire entre 0,18 et 30 M.c/s. De plus, il effectua des mesures de diélectricité dans le bedrock immédiat (in situ) afin d'être à même d'évaluer la représentativité des mesures opérées en laboratoire. Il souligne la présence d'une dispersion — quoiqu'à des degrés d'intensité divers — dans toutes les roches soumises aux épreuves. Il existe une concordance satisfaisante entre les valeurs mesurées « in situ » dans le bedrock et celles relevées au laboratoire, même pour la carnalite et l'anhydrite.

IND. **D 2223** Fiche n° **45.354**

T. ZOLTAN. Mesure de la déformation dans les voies de tailles. — **Publications de l'Institut Hongrois de Recherches Minières,** n° 8/9, 1965-1966, p. 27/40, 12 fig.

La détermination, en grandeur et en direction, des déformations de profil qui surviennent dans les voies d'exploitation en cours de service a été effectuée à l'aide de mesures photogrammétriques combinées à des levés géodésiques. Les investigations ont porté sur des tronçons de voies présentant des durées de service et des densités de soutènement différentes ; cependant le profil des parties de voie, la destination de celles-ci, ainsi que les constructions de soutènement utilisés étaient identiques. Trois phases de déformations subies au cours de la durée de service du profil de voie ont été évaluées, à savoir : les déformations qui se produisent, d'une part, à partir de la pose du soutènement jusqu'à ce que la roche vienne en contact avec le soutènement et, d'autre part, à partir de ce moment jusqu'au déhouillement du profil de voie qui a pénétré à l'intérieur de la zone d'influence consécutive à l'exploitation. En se basant sur les résultats des mesures, l'auteur a déterminé la densité de mouvement requise en fonction de la durée de service et de la déformation admissible du profil de la voie.

IND. **D 2223** Fiche n° **45.471**

C. CHAMBON. Périodicité des convergences le long des voies influencées par la taille qu'elles desservent. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1966, décembre, p. 961/972, 14 fig.

Généralement, les convergences des voies sont étudiées en suivant l'évolution en fonction du temps ou de la distance à la taille des convergences de différents doublets installés dans la voie. Si C_x est la convergence d'un doublet à la distance X de l'entrée de la voie et C_{x+d} celle d'un doublet à la distance *d* du précédent, il y a une liaison entre elles d'autant plus étroite que *d* est plus petit. On dit que C_x est une *variable régionalisée,* et la répartition des convergences le long d'une voie *n'est pas aléatoire.* Par une nouvelle méthode d'analyse des mesures de convergences des doublets le long d'une voie, on a mis en évidence une périodicité dans l'amplitude des convergences, non pas dans le temps, mais dans l'espace le long de la voie. Ceci paraît en rapport avec des phénomènes de rupture se manifestant dans les voies au-dessus de l'épi de remblai qui doit les protéger en arrière de la taille. La période est liée à la valeur moyenne des convergences. Grâce à cette liaison, il est possible de prévoir a prirori la longueur de la période des variations de convergence le long d'une voie. Pour comparer l'efficacité de 2 soutènements, on équipe généralement différents tronçons avec chacun d'eux. Il faut donc choisir la longueur de ces zones égale à celle d'une période.

Résumé de la revue.

IND. **D 2224** Fiche n° **45.342**

G. BRAEUNER. Der Druck überhangenden Versatzes und die Tragfähigkeit von Holzstempeln nach Messungen in steiler Lagerung. *La pression exercée par un remblai surplombant et la portance des étançons en bois, déterminées par des mesures, dans les dressants.* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 5, 1966, octobre, p. 235/243, 14 fig.

L'auteur étudie, d'une part, la pression exercée par le remblai surplombant dans 15 tailles et, d'autre part, la portance des étançons en bois, dans 14 tailles. D'une manière générale, les mesures montrent que, en ce qui concerne la sécurité de la taille, le soutènement des étançons intervient par sa portance avec une contribution plus que double de celle du remblai. En particulier, les mesures conduisent aux résultats suivants : exception faite des mètres supérieurs de la taille, la pression du remblai est indépendante de la hauteur des « colonnes » de remblai (effet de silo). Après achèvement du remblayage, la pression du remblai peut aussi bien s'accroître que diminuer. On n'a pas reconnu d'influence substantielle de la convergence sur la pression du remblai. La portance des étançons en bois (qui peuvent être chargés jusqu'à la limite de rupture) dépend de la longueur et du diamètre du bois. Cette charge portante peut être chiffrée par une expression mathématique. La portance des étançons qui coulissent avant d'atteindre la limite de rupture n'est pas influencée d'une manière appréciable ni par la convergence ni par la longueur et le diamètre de l'étançon ; cette charge s'élève en moyenne à 3,15 t par étançon. La portance des étançons en tailles à pression élevée de remblais est plus grande qu'en tailles à faible pression de remblais. Ceci démontre l'influence marquante qu'exerce le soin avec lequel on pose le soutènement.

IND. **D 47** Fiche n° **45.535**

H. W. REUTER. Erster Hobelstreb mit folgegesteuertem Ausbau. *Première taille à rabot équipée avec soutènement à commande asservie par groupes.* — **Glückauf,** 1967, 19 janvier, p. 85/96, 14 fig.

Description et résultats d'un essai effectué à la « Niederrheinischer Bergwerks A.G. », dans une longue taille en plateure (223 m de longueur), dans la couche Finefrau (1,25 m d'ouverture), rabotée par un rabot-ancre et équipée, au point de vue soutènement, avec 163 piles Gullick : le rendement taille peut être porté à 37,2 t/hp. Conditions indispensables pour une automatisation « raisonnable » sur le plan économique, des opérations de soutènement - Piles hydrauliques et commande séquentielle de celles-ci dans l'exécution prévue pour les tailles à rabot - Séquence des opérations dans une taille à rabot munie de piles hydrauliques ripées par commande asservie par groupe - Résultats d'exploitation et expériences acquises - Perfectionnements envisagés du matériel en taille - Importance future possible de la commande séquentielle des éléments du soutènement mécanisé.

IND. **D 62** Fiche n° **45.340**

H.O. LUETGENDORF. Tragfähigkeit und Wirschaftlichkeit des kreiszylindrischen Grubenausbaus bei allseitigem Gebirgsdruck. *Portance et rentabilité du soutènement circulaire de mines pour une pression des terraines s'exerçant dans toutes les directions.* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 5, 1966, octobre, p. 215/233, 13 fig.

En partant des lois sur la portance des soutènements de mines circulaires et des besoins déterminés en matériaux dont ils sont constitués, l'auteur établit les,paliers de coût de revient pour les diverses formes de soutènement. Il montre que, jusqu'à des pressions limites de 155 kg/cm², le soutènement en béton avec armature d'acier est plus économique que toutes autres formes de construction. Pour des pressions plus élevées en constructions continues, le soutènement homogène en acier St est économique. Dans les ouvrages de soutènement, à partir de $p > 200$ kg/cm², l'acier coulé devient plus économique que l'acier St 52. Parmi les soutènements coulissants, pour des pressions pour lesquelles le soutènement homogène en béton n'est plus économique, les constructions combinées en acier et béton ne s'avèrent plus économiques que le soutènement en acier St 52 que dans un intervalle de pressions très étroit. Si on garantit le soutènement homogène en acier St 52 contre le flambage (par poussardage), il devient également, dès lors, dans ce même intervalle de pression, plus économique que le soutènement combiné acier-béton. Comme soutènement coulissant, l'acier coulé en construction homogène devient plus économique que l'acier St 52 à partir de $p > 330$ kg/cm² ; cependant si on le garantit contre le flambage, cette limite de pression descend à $p = 200$ kg/cm².

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. **E 413** Fiche n° **45.275**

L.T.J. ATKINSON et G.L. TAYLOR. Winding drums. *Les tambours de machines d'extraction.* — **Colliery** Engineering, 1966, décembre, p. 524/530, 7 fig., 1967, janvier, p. 32/39, 8 fig. et 1967, février, p. 79/84, 5 fig.

La construction des tambours cylindriques en acier pour les puissantes machines d'extraction, utilisées notamment dans les exploitations d'Afrique du Sud, constitue un problème difficile et complexe. Les différentes parties du tambour, surface cylindrique d'enroulement des câbles, flasques, joues, chemins latéraux sur lesquels agissent les bandes de frein, raidisseurs intérieurs circulaires et radiaux,

sont soumises à des sollicitations diverses : efforts tangentiels, torsions, forces centrifuges, compression ou écrasement, expansions thermiques, etc... L'étude des tambours est un problème à trois dimensions et nécessite des équations différentielles. L'article analyse les travaux publiés par les trois auteurs principaux qui ont traité la question : Waters, Dolan et Crawford, et discute leurs conclusions. Dans la deuxième partie, l'article entreprend l'analyse systématique des conditions de sollicitation du corps cylindrique du tambour d'une machine d'extraction : considérations théoriques de déformation sous les efforts, dans les deux cas de tambours longs et de tambours courts. Il examine ensuite les supports d'extrémité. Il recherche les charges ou forces agissant sur le tambour : flexion, cisaillement et établit leur expression. Prenant ensuite un cas typique de tambour, il en expose le calcul des éléments, appliquant les formules des moments fléchissants, forces de cisaillement et autres.

Résultats de calculs exécutés à l'aide d'une calculatrice digitalique des valeurs suivantes, aux extrémités et au milieu d'un tambour cylindrique de machine d'extraction : moment fléchissant, effort de flexion, force de cisaillement, effort de compression, déflexion radiale. Il distingue deux types de tambours : les tambours longs et les tambours courts qui donnent des résultats assez différents. Il étudie le cas de charges partielles intéressant seulement quelques spires de l'enroulement supérieur. Il examine enfin le comportement des câbles pendant l'enroulement, envisageant les accélérations et ralentissements, les oscillations du câble, les chocs au moment du changement de couche d'enroulement.

IND. **E 54** Fiche n° **45.186**

I.P. BILLING, P.I. GREEN et R.F. EADE. Fernwirktechnik im Strebbau. *La technique de la télécommande dans les tailles.* — **Bergbau**, 1966, novembre, p. 311/319, 8 fig.

A l'occasion de la mise en œuvre dans l'exploitation des installations et des équipements décrits dans le présent article, il continuera à s'écouler une période de développement permanent ultérieur pendant laquelle les systèmes de télécommande et de télécontrôle s'amélioreront. Ceci conduira finalement à des développements de haute complexité qui, dans certaines parties, sont planifiés déjà actuellement au Royaume-Uni ; ils atteindront vraisemblablement leur point culminant dans l'utilisation de calculateurs de processus qui dès lors motiveront des mesures de routine nécessitées dans l'exploitation minière. Au sommaire : 1) Projet d'installations électriques pour mines - 2) Système « basse fréquence-multiplex » - 3) Système « temps-multiplex » - 4) Système Multiplex avec pointes de résonance - 5) Installation d'appel de personnes « Multiton » - 6) Installation à hauts-parleurs « Clear Call » - 7) Equipement d'appareillages - 8) Balance à peser pour courroie - 9) Régulation des lignes de transporteurs à bande - 10) Installations au puits expérimental de Bevercotes - a) Conduite de l'exploitation - commande des chantiers - b) Installations de télécommunication et de télétransmission - c) Tailles télécommandées - d) Régulation des piles du soutènement mécanisé - e) Télécommande des transports, des points de chargement et des silos de stockage - f) Télécontrôle du dégagement du grisou et de son élimination.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. **F 111** Fiche n° **45.406**

J.T. RUBEN et M.J.C. STROUDE. Evaluation of the moisture content, enthalpy and density of moist air. *L'évaluation du pourcentage d'humidité, de l'enthalpie et de la densité de l'air humide.* — **Colliery Guardian**, 1966, 30 décembre, p. 816/820, 3 fig.

Les relevés du climat de la mine comportent des mesures du degré d'humidité de l'air, de l'enthalpie ou quantité de chaleur totale par kg d'air sec, et de la densité, à partir de mesures au thermomètre sec et humide et de la pression atmosphérique. L'article présente trois méthodes différentes pour déterminer le degré d'humidité et l'enthalpie et deux méthodes pour déterminer la densité, applicables sur une large gamme de pressions atmosphériques. En vue d'obtenir la plus grande exactitude, ces valeurs devraient être calculées directement d'après les formules de la psychrométrie. Pour faciliter ce calcul, on a établi une nouvelle table des pressions de vapeur saturée qui fait entrer en ligne de compte la variation de pression de vapeur saturée avec la pression totale. Toutefois, en général, il est plus commode d'utiliser des méthodes graphiques et on a établi à cet effet un nomogramme et une abaque pour déterminer le pourcentage d'humidité et l'enthalpie. Leur degré d'exactitude atteint respectivement 2 et 5 %. La détermination de la densité de l'air humide peut être faite également à environ 1 % près, par une abaque fournie par l'article.

IND. **F 123** Fiche n° **45.270**

S.J. LEACH. Ventilation of advance headings. *La ventilation des voies de traçage en avant du front de taille.* — **Colliery Engineering**, 1966, décembre, p. 510/516, 7 fig.

Le creusement des voies en avant du front de taille présente des avantages : suppression possible des niches et bosseyements et facilités de mécanisation, mais ces voies peuvent être sujettes à des émissions de grisou importantes et leur ventilation présente des problèmes. L'article expose la méthode de

calcul de la concentration obtenue quand le mélange air-grisou est complet, à l'entrée et à la sortie de la taille, et ce, dans les deux cas de la ventilation soufflante et de la ventilation aspirante, avec ou sans remblayage pneumatique. Il considère les changements de pression que le système occasionne et leur interaction avec la ventilation principale. Le phénomène d'accumulation du grisou en nappes est également étudié. On discute ensuite brièvement les méthodes par lesquelles on peut obtenir un bon mélange du grisou émis dans la voie en creusement ou à proximité. L'article se termine par des indications pour la remise en marche du ventilateur au cas où il serait accidentellement arrêté, et enfin pour des recommandations concernant les poussières respirables émises dans le creusement des voies.

IND. **F 123** Fiche n° **45.329**

R.A. SWIFT. Ventilation aspects of advance headings. *Aspects relatifs à la ventilation du creusement des voies en avant des tailles.* — **Colliery Guardian,** 1966, 2 décembre, p. 724/729, 8 fig.

L'auteur considère d'abord l'allure du dégagement et le mode d'accumulation du grisou dans les tailles continues avec aérage montant ou descendant. Ensuite, dans les voies creusées en avant du front de taille, il étudie le phénomène du dégagement de grisou, des poussières et de la chaleur. Il en résulte des exigences au point de vue de la ventilation : elles proscrivent la recirculation de l'air et comportent différentes stipulations réglementaires. Le type de ventilation adopté sera de préférence mixte : soufflant et aspirant, l'un ou l'autre prédominant selon l'abondance relative du grisou et des poussières. Le ventilateur soufflant est généralement axial. Le ventilateur aspirant est axial ou centrifuge. Les canars d'aérage sont du type rigide sauf pour la partie finale, près du front. La pression nécessaire est inversement proportionnelle à la 5ème puissance du diamètre. On conseille l'emploi de filtres à poussières, du type humide ou sec avec dispositif autonettoyeur. Les ventilateurs soufflant et aspirant seront, de préférence, incorporés à la machine qui creuse la voie. Le cas des tailles rabattantes est examiné séparément. L'émission de grisou dépend du taux d'avancement et de la longueur de front de taille et il importe d'assurer un drainage efficace de la zone remblayée ou foudroyée, malgré le désavantage de n'être plus aidé par le balayage naturel de cette zone. La méthode sera différente suivant que la taille est montante ou descendante. La fin de l'article examine le cas des systèmes d'exploitation semi-rabattante montrant le schéma d'aérage à adopter.

IND. **F 2321** Fiche n° **45.376**

L. CHAINEAUX. Risque d'inflammation du grisou et des poussières par le choc et la friction. — **Publication Cerchar n° 1669, Documents Techniques n° 12,** 1966, p. 733/747, 4 fig.

Communication présentée à la Journée Sécurité Grisou (Verneuil, 20 octobre 1966) constituant une mise à jour de la question, appuyée sur une abondante bibliographie. Après un rappel des manifestations mécaniques et thermiques de la friction, on examine des conditions de l'inflammation des gaz combustibles par les surfaces chaudes. Des travaux français et étrangers, on peut conclure que dans la pratique minière, l'inflammation du grisou par friction a beaucoup plus de chances de se produire par échauffement de la surface de gros éléments que par la formation d'étincelles. On passe ensuite en revue les circonstances dans lesquelles des chocs et frottements importants se produisent dans les travaux miniers, en les classant par nature des matériaux. Les principales études expérimentales faites pour chacun des cas sont examinées : friction des métaux autres que les alliages légers contre les roches - friction entre métaux - cas des alliages légers (avec ou sans béryllium) - cas des peintures de revêtement à l'aluminium. Un dernier chapitre traite de l'inflammation directe des poussières de charbon par les phénomènes de friction.

Bibliographie : 18 références. Résumé de la revue.

IND. **F 24** Fiche n° **45.301**

HOUILLERES DU BASSIN DE LORRAINE. Captage du grisou au siège de Folschviller. — **Charbonnages de France, Documents tehniques n° 11,** 1966, p. 691/699, 8 fig.

L'article débute par un exposé historique sur l'évolution du captage du grisou à Folschviller depuis 1950, et les améliorations apportées par les études faites en collaboration avec le Cerchar. Il présente ensuite le cas de la taille Gamma 18, de 2,60 m de puissance, qui devra produire 2000 t/jour, avec une longueur de taille de 400 m. En comptant sur un débit de grisou de 44 m^3 à la tonne, il faudra capter 2600 m^3/h de CH_4 pur avec un taux de captage de 70 %. Ce résultat ne peut être atteint avec les seuls sondages au toit. On met actuellement au point un nouveau schéma de dégazage utilisant des sondages forés en taille, très faiblement montants (pour évacuer l'eau) et qui recoupent le mur de la couche. Ces forages ont 50 à 60 m de longueur. On donne les résultats obtenus avec diverses séries de sondage, dont la position varie dans la taille (à 10, 70, 80 m du pied de taille). On arrive ainsi à capter autant de gaz au mur qu'au toit. En mai 1966, pour une production moyenne de 1.210 t/jour, on a capté par les sondages de voie de tête 650 m^3/h de CH_4 pur, et 550 m^3 par les sondages en taille.

Résumé de la Revue.

IND. **F 25** Fiche n° **45.520**

V. CHODOT. Wissenschaftliche Untersuchungen auf dem Gebiet der Prognose plötzlicher Ausbrüche von Kohle und Gas und die Prinzipen der Bekämpfung dieser Erscheinungen in den Gruben der U.d.S.S.R. *Recherches scientifiques dans le domaine du pronostic des dégagements instantanés de charbon et de gaz et principes de la lutte contre de telles manifestations dans les mines de l'U.R.S.S.* — **Bergakademie,** 1966, décembre, p. 705/710, 6 fig.

Les théories énergétiques relatives aux dégagements instantanés, élaborées en U.R.S.S. sur des bases scientifiques, rendent possible le développement de mesures adéquates tant sur le plan de la formulation de pronostics que sur celui des mesures préventives. Lors de l'établissement des pronostics de D.I., on distingue les observations et les signes prémonitoires d'ordre régional, local et courants. Dans la lutte préventive, on décèle nettement la tendance moderne à étendre et à extrapoler au plan régional, les mesures initialement prises localement.

IND. **F 25** Fiche n° **45.521**

R. VANDELOISE. Les dégagements instantanés de charbon et de méthane dans les houillères belges. Travaux de recherches et moyens de lutte contre les D.I. — **Congrès International sur les D.I.,** Leipzig, du 13 au 18 octobre 1966. Texte allemand dans **Bergakademie,** 1966, décembre, p. 710/716, 10 fig.

La recherche sur les dégagements instantanés de grisou a été développée dans les deux voies principales suivantes : l'étude et la mise au point de moyens de prévention appropriés à chaque type de chantier - l'étude des facteurs qui interviennent dans la genèse des D.I. Dans le domaine de la prévention des D.I., l'effort des dernières années a porté sur la mise au point d'un procédé qui a pour objectif d'éviter si possible tous les D.I. : les sondages de détente. L'étude systématique de la méthode des sondages de détente a conduit à la généraliser dans les voies en couche et à l'étendre au front de taille. Pour la recoupe des couches par les bouveaux, on a préféré faire l'essai du procédé de l'affouillement hydraulique préalable de la couche. Trois facteurs interviennent dans la genèse d'un D.I. : 1. La structure du charbon - 2. La présence du grisou dans la couche - 3. Les contraintes des terrains. L'étude des facteurs des D.I. a fourni les premiers moyens de mesure pour le classement des couches, la prévision du risque et le contrôle de l'efficacité des moyens de prévention.

Résumé de l'auteur.

IND. **F 411** Fiche n° **45.261**

J. CHARBONNIER, G. DRACON, R. SCHWARTZMANN et M. DAVELU. L'injection d'eau dans le massif de charbon par longs trous forés parallèlement au front. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1966, novembre, p. 841/852, 3 fig.

Les auteurs donnent les résultats d'essais faits au groupe de Lens-Liévin en 1964 dans plusieurs tailles en vue : 1) de définir les meilleures conditions d'application, en choisissant et en adaptant à cet usage le matériel nécessaire ; 2) de mesurer l'efficacité de ce procédé sur l'abattage des poussières, lorsqu'il est utilisé dans des tailles en plateures, foudroyées ou remblayées et pouvant avancer rapidement. Ils s'efforcent ensuite de tirer de ces essais les enseignements susceptibles de permettre aux exploitants l'emploi de cette technique. Ils énumèrent comme suit les conditions de bonne application du procédé : 1) Il paraît raisonnable de limiter l'application du procédé à des tailles de 130 à 150 m ayant les 2 voies tracées d'avance et à celles de 80 m n'en ayant qu'une - 2) Il faut préparer, au cours de l'injection les trous qui seront injectés ultérieurement, selon un plan bien établi, en tenant compte de l'injectabilité de la veine, ce qui déterminera la distance entre trous et débit d'injection - 3) La foration est une opération délicate ; il faut du matériel léger en veine normale et plus lourd en veine ébouleuse. Il ne faut pas la conduire trop vite, pour éviter les bouchons - 4) L'obturation exige un joint résistant et long, eu égard au volume d'eau à injecter. Actuellement, les cannes « Pétrométallic », si elles sont assez longues, peuvent convenir - 5) L'injection demande un matériel adéquat, des pompes robustes pouvant marcher de 14 à 15 h/jour. Il faut commencer l'injection à la pression du réseau pour apprécier l'étanchéité du joint, puis, quand le front est assez proche du trou, réduire débit et pression pour maintenir le perlage de l'eau à front, puis arrêter quand le front est assez près du trou - 6) En injection profonde en veine accidentée ou à mauvais toit, on ne peut guère compter sur les 10 derniers mètres, entre front et trou, pour faire absorber à celui-ci une grande quantité d'eau, donc il faut commencer l'injection, le trou étant loin du front.

IND. **F 411** Fiche n° **45.302**

HOUILLERES DU BASSIN DU NORD-PAS-DE-CALAIS. L'infusion moyenne profondeur à faible débit avec cannes couplées. — **Charbonnages de France, Documents techniques n° 11,** 1966, p. 701/705, 3 fig.

Le Groupe d'Auchel-Bruay a expérimenté et mis au point une infusion d'eau en taille à moyenne profondeur (6 m) et à faible débit. Le procédé consiste à infuser chaque trou avec un débit de 5 à 10 litres/min, et à mettre en parallèle un certain nombre de cannes (4 à 5 par exemple). La circulation ralentie de l'eau, pendant un temps plus long, donne une meilleure imprégnation du massif et, de plus, les effets dynamiques de l'infusion sur le massif et les épontes sont diminués. On utilise des cannes d'in-

fusion Pétrométallic, qu'on a dû modifier en remplaçant le clapet de l'embout terminal par un bouchon percé d'un trou (schéma joint) de façon à créer une perte de charge qui augmente rapidement avec le débit. Tableaux des résultats : le procédé a fait baisser les indices d'empoussiérage des tailles. Il convient à des cas difficiles, par exemple humidification d'un banc stérile intercalaire, infusion d'une taille en dressant où l'on craint des éboulements. Résumé de la revue.

IND. **F 53** — Fiche n° **45.533**

H. WEINDORF. Massnahmen und Einrichtungen zur Klimatisierung des Abbaus in grosser Teufe. *Mesures et installations en vue de l'exploitation climatisée dans les mines profondes.* — **Glückauf,** 1967, 19 janvier, p. 72/79, 15 fig.

Communication exposée au Colloque Technique du Steinkohlenbergbauverein, thème « Matières de base et sécurité », tenu à Essen le 24 octobre 1966. Les points-clés de l'exposé sont les suivants : Possibilités d'améliorer les conditions climatiques du fond - Données numériques concernant les aérages montant et descendant - Exploitation climatisée au moyen de machines frigorifiques - Expériences faites avec celles-ci. Coût de revient et futur développement de ce mode d'exploitation climatisée.

IND. **F 60** — Fiche n° **45.547**

E. VARGA. New factors in the self-ignition of coals. *Eléments nouveaux dans la combustion spontanée des charbons.* — **Colliery Guardian,** 1967, 13 janvier, p. 55/60, 5 fig.

S'appuyant sur des études souterraines et des expériences de laboratoire, l'auteur a observé que, dans les premiers stades du phénomène de combustion spontanée du charbon dans un espace confiné, la sorption d'oxygène produit une chute de pression de plusieurs mm de hauteur d'eau. Il a également trouvé une méthode pour mesurer cette chute de pression et construit l'appareillage nécessaire. L'article rappelle d'abord les théories, assez nombreuses, qui ont été proposées pour expliquer le phénomène de la combustion spontanée du charbon, puis décrit les expériences pratiquées pour démontrer la baisse de pression dans les zones de combustion spontanée ainsi que l'appareillage utilisé. Différentes conclusions sont tirées, intéressant la ventilation, l'étanchéité des remblais et l'isolement par barrages des zones de combustion spontanée. Il y aurait lieu, en somme, de considérer le phénomène de sorption (adsorption et absorption) de l'oxygène par le charbon comme distinct de celui de l'oxydation proprement dite, le premier étant la cause principale de la baisse de pression constatée, puisque le second ne supprime un gaz (O_2) que pour en rendre un autre (CO_2 ou CO).

H. ENERGIE.

IND. **H 401** — Fiche n° **45.210**

M. DUPOUX. L'ajustement des programmes d'équipement de l'Electricité de France. — **Revue Française de l'Energie,** n° 179, 1966, avril, p. 366/375, 1 fig.

Chaque année l'Electricité de France établit des programmes d'équipement qui permettent, à l'échéance des 4 ou 5 ans nécessaires à leur réalisation, de faire face à la demande d'énergie électrique. L'établissement de ces programmes comporte deux types de décisions, les unes portant sur le choix des équipements particuliers à réaliser, les autres sur l'importance globale du programme. L'article que l'on étudie concerne ce deuxième type de décision, dont la complexité tient au caractère aléatoire tant des prévisions de consommation elles-mêmes, que des possibilités de production à prévoir pour les installations suivant les aléas de l'hydraulicité et la disponibilité du matériel. L'évolution du système de production français, marquée par la régression relative de la production hydraulique et l'apparition des centrales nucléaires, a amené l'E.D.F. à réviser les méthodes employées antérieurement pour procéder à cet « ajustement de programmes », en vue de préserver une garantie de fourniture qui limite suffisamment la possibilité d'une défaillance.

Résumé de la revue.

IND. **H 401** — Fiche n° **45.211**

R. GINOCCHIO. Automatisation des centrales thermiques classiques et nucléaires. — **Revue Française de l'Energie,** n° 181, 1966, juin, p. 471/492, 7 fig.

Les principaux avantages recherchés dans l'automatisation des centrales thermiques sont les suivants : 1) Amélioration de la sécurité de marche des tranches thermiques - 2) Amélioration des conditions de fonctionnement - 3) Amélioration des conditions de travail du personnel - 4) Réduction des effectifs de conduite - 5) Accroissement du rendement de chaque tranche thermique - 6) Amélioration de la connaissance du matériau. Le présent exposé a plus spécialement pour objet de faire le point des réalisations d'Electricité de France en matière d'automatisation de ses centrales thermiques, en distinguant : a) d'une part les centrales classiques et parmi celles-ci, plus spécialement celles équipées de tranches à resurchauffe du palier technique 125 MW et du palier 250 MW - b) d'autre part, les centrales nucléaires actuellement en service ou devant entrer prochainement en service. Dans chacun de ces cas, l'auteur distingue : d'une part, les réalisations basées sur l'utilisation d'appareillages de technique classique (c'est-à-dire autres que les calculateurs) ; d'autre part, celles fondées sur l'utilisation de calculateurs. Dans une troisième par-

tie de l'exposé, l'auteur essaie de dégager les éléments concernant les perspectives de rentabilité d'une automatisation poussée des centrales thermiques. Enfin, dans une dernière partie, il indique quelles sont actuellement les perspectives d'avenir de l'automatisation dans les centrales thermiques.

IND. H 5511 Fiche n° **45.310**

W. FISCHER. Untersuchungen über die Partikelzünddurchschlagsicherheit von schlagwettergeschützten Schaltergehäusen der Schutzart druckfeste Kapselung. *Recherches sur la sécurité vis-à-vis de la transmission de l'inflammation de particules offerte par le couvercle du type résistant à la pression des carters de coffrets électriques antidéflagrants.* — **Bergakademie,** 1966, novembre, p. 680/685, 5 fig.

Trois couvercles de carters antidéflagrants, résistant à la pression, furent systématiquement essayés en vue de déterminer la sécurité que ceux-ci offraient vis-à-vis de l'aptitude à propager à l'atmosphère extérieure, une explosion se produisant à l'intérieur de l'espace clos. Les atmosphères explosibles ayant servi aux études étaient constituées de mélanges, soit de méthane et d'hydrogène, soit d'air et d'acétylène. On procéda à l'inflammation de ces mélanges selon les deux méthodes connues à ce jour, à savoir par arc ou étincelle électrique et par filament porté électriquement à l'incandescence. Les couvercles, construits soit en fonte grise, soit en aluminium et ne nécessitant qu'un usinage économique, furent mis à l'épreuve sous 5 formes différentes de fentes de joint. Les résultats recueillis permirent d'évaluer leur pouvoir antidéflagrant.

IND. H 533 Fiche n° **45.252**

EICKHOFF. Elektrische Einrichtungen für Gewinnungsmaschinen mit schneidender Arbeitsweise. *Dispositifs électriques pour abatteuses-chargeuses à tambour opérant par saignées multiples.* — **Eickhoff-Mitteilungen,** 1966, Heft 4/5, p. 61/118, 50 fig.

La présente brochure publicitaire montre comment il a été possible à la firme en vedette, à l'aide de l'électrotechnique, de réaliser la commande et le réglage des abatteuses à tambour à haut rendement, conformément aux prescriptions réglementaires en vigueur en Allemagne de l'Ouest. Celles-ci se trouvent concrétisées par : 1) L'ordonnance de la Direction Générale des Mines de Dortmund du 30 avril 1957 relative aux installations électriques - 2) Les prescriptions VDE.0170 pour les engins électriques de sécurité vis-à-vis du grisou - 3) Les prescriptions VDE.0118 pour la construction d'installations électriques destinées aux travaux du fond. Sommaire : 1. Moteurs de commande du tambour de coupe - 11. Montage - 12. Tension - 2. Dispositifs de commande et de réglage des machines - 21. Eicomatik - 22. Télécommande par radio - 23. Indicateur de position de l'abatteuse en taille - 24. Tête sensible à rayonnement γ et dispositif utilisé pour le réglage du niveau de coupe - 25. Emplacement ou logement des dispositifs électriques sur l'abatteuse - 3. Raccordement de la machine - 31. Dispositifs à fiche et dispositifs de retenue à la traction - 32. Boîtes de jonction - 4. Câbles électriques - 41. Pour l'alimentation en énergie de l'abatteuse : a) de la Siemens-Schuckert-Werke A.G. - b) De La Land- und See-Kabelwerke A.G. - 42. Pour la manœuvre et le contrôle de l'abatteuse - 5. Appareillages : interrupteurs, commutateurs, contacteurs, coffrets de commande - 6. Dispositifs de contrôle et de surveillance.

IND. H 7 Fiche n° **45.528**

H. HARTMANN. Das Verhalten schwer entflammbarer Flüssigkeiten in hydraulischen Apparaturen. *Le comportement des liquides difficilement inflammables, dans les installations hydrauliques.* — **Bergbauwissenschaften,** 1967, janvier, p. 1/9, 20 fig.

L'auteur décrit les phénomènes techniques qui se produisent lors de l'utilisation de liquides difficilement inflammables en citant deux exemples d'installations hydrostatiques fréquemment employées au fond des mines. Il met en évidence les influences nocives qui agissent lors du fonctionnement des installations, telles que présence de pointes de pression, travail à température variable, etc... Il indique ensuite une façon de réduire, le plus possible, les causes de dégradation. Les connaissances recueillies peuvent être appliquées à d'autres installations travaillant sous les mêmes conditions.

IND. H 7 Fiche n° **45.543**

C.M. EDGHILL et A. RUBERY. Problems arising from the introduction of fire-resistant fluids with hydraulic equipment. *Problèmes résultant de l'introduction des fluides ininflammables avec les équipements hydrauliques.* — **The Mining Electrical and Mechanical Engineer,** 1967, janvier, p. 10/14, 5 fig.

L'article étudie les conditions d'emploi des mécanismes hydrauliques et les fluides les mieux adaptés à leur utilisation. Dans l'industrie minière, le fluide le plus employé est l'émulsion d'eau dans l'huile 60/40 qui allie un coût assez bas à des qualités de non-inflammabilité et de bonne lubrification. Les propriétés des émulsions sont très différentes suivant le type d'huile utilisé et il importe de soumettre celle-ci à des essais pour vérifier leurs qualités : essais chimiques et essais d'usure sur les organes d'une pompe. Les méthodes pour effectuer ces essais sont décrites. La filtration des fluides a une grande importance pour le bon entretien des mécanismes hydrauliques. De même la mesure de la viscosité. Ces questions sont également traitées pour achever cette documentation sur la bonne marche des circuits hydrauliques avec fluides ininflammables.

IND. **H 7** Fiche n° **45.551**

M. LUYCK. Hydrostatische aandrijvingen van ondergrondse mijnmachines. *Moteurs pour la commande hydrostatique des machines du fond.* — **Ingenieurs,** 1967, janvier, p. 19/33, 19 fig.

L'augmentation continuelle de la production ainsi que l'évolution de la technique nous amènent depuis quelque temps à chercher, pour différentes machines de l'industrie, un entraînement plus souple, avec possibilité de réglage de vitesse et transformation du couple. La solution électrique actuelle est un moteur à courant continu avec groupe Ward-Léonard ; en solution hydraulique, le but est atteint par l'entraînement hydrostatique. Un champ d'application pour les entraînements hydrostatiques difficiles de par les circonstances, est celui des machines souterraines des mines. Le moteur triphasé électrique qui entraîne une machine peut être remplacé par un moteur hydrostatique beaucoup moins encombrant ; ce moteur doit être alimenté par une pompe volumétrique, directement entraînée par un moteur électrique à vitesse constante. L'emploi d'une pompe à débit variable offre la possibilité d'un réglage de vitesse très souple et continu. Le moteur électrique de la pompe peut démarrer à vide ; de là, un moteur plus petit et moins cher et aussi un appareillage plus simple. Dans la description on trouve quelques notes théoriques sur le couple, la puissance, la vitesse, etc... de certaines machines du fond et du groupe d'entraînement hydrostatique, ainsi qu'un aperçu général de quelques pompes et moteurs hydrauliques et leurs accessoires. Ensuite l'auteur donne quelques brèves indications sur les fluides hydrauliques difficilement inflammables qui sont utilisables au fond et sur quelques installations d'essais en service.

Résumé de la revue.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES.

IND. **I 0161** Fiche n° **45.268**

D. JACKSON. Dust control and sound abatment. *La lutte contre les poussières et le bruit.* — **Coal Age,** 1966, novembre, p. 66/80, 17 fig.

L'article décrit les installations de la Bird Coal Co, Riverside, Pennsylvanie, pour supprimer la poussière et le bruit à la surface, en particulier à la préparation du charbon. Les mesures prises comprennent : des scrubbers humides à aspirateur Venturi pour le sécheur thermique du charbon ; remplacement des classificateurs du type sec par des classificateurs et cribles humides ; placement de hottes aux points de chargement des wagons ; installation d'un convoyeur mélangeur pour placer les gâteaux de filtres sur la courroie de chargement aux wagons, après que d'autres produits relativement secs y ont été déchargés. Pour le bruit, on a isolé le bâtiment de criblage et monté sur coussins d'air les appareils de vibration, en remplacement des montages sur ressorts en métal. Nombreux détails sur ces installations et leur efficacité, ainsi que sur la préparation du charbon dans le charbonnage de la Bird Coal Co.

IND. **I 04** Fiche n° **45.223**

J. DANIEL. Méthodes pratiques de contrôle dans la préparation mécanique des charbons. — **Publication Cerchar n° 1585,** 1966, 125 p., 75 fig.

Le présent manuel est destiné aux praticiens de la préparation mécanique, ingénieurs de lavoir, chefs de laboratoire de préparation mécanique, chefs-laveurs. L'auteur s'est volontairement abstenu de tout développement mathématique en insistant, au contraire, sur les détails pratiques d'application, aussi bien en ce qui concerne l'échantillonnage et les analyses que l'exploitation des résultats : calcul des coefficients et tracé des courbes. I. Echantillonnage et analyses (densité, granulométrie, mesure des teneurs en cendres, mesure de l'humidité) - II. Représentation des résultats d'une épuration : 1) Courbe de lavabilité du brut en fonction de la densité - 2) Représentation des résultats d'une épuration - 3) Possibilités de lavage - 4) Flottation - III. Utilisation des imprimés - Tracé des courbes - Liste des modèles d'imprimés utilisés pour le contrôle d'une séparation - IV. Représentation des résultats d'une séparation granulométrique : 1) Rendements pondéraux - 2) Représentation des résultats d'une séparation par les courbes granulométriques - 3) Représentation des résultats d'une séparation par la courbe de partage - V. Mesures diverses : 1) Densité - poids spécifique - 2) Humidité - 3) Concentration en solides - 4) Débits liquides - VI. Annexes - Bibliographie (8 titres).

IND. **I 23** Fiche n° **45.191**

S. MASUDA. Statistische Betrachtungen über den Abscheidegrad des Elektrofilters. *Considérations statistiques sur le degré de séparation de l'électrofiltre.* — **Staub,** 1966, novembre, p. 459/463, 6 fig.

Des considérations d'ordre économique ne permettront pas régulièrement l'adoption d'un facteur de sécurité suffisant lors du projet d'installation d'un électrofiltre. Dans de tels cas, le degré de séparation ne pourra être garanti selon des vues rigoureusement mathématiques ; il ne le sera que statistiquement. Par conséquent, seule une valeur présumée pourra être énoncée, ainsi que la probabilité que le degré de séparation dépassera une valeur limite indispensable. Ceci nous amène à des considérations de caractère général sur des projets statistiques et leur application dans la technique des électrofiltres. Un diagramme auxiliaire pour la con-

ception statistique d'un électrofiltre et quelques exemples d'applications sont examinés en détail.

Résumé de la revue.

IND. **I 342** Fiche n° **45.303**

R. IOOS, R. DOUILLET et J. MOLLARD. Mise en service d'un cylindre laveur D.W.P. de 40 t/h. — **Charbonnages de France, Documents Techniques n° 11,** 1966, p. 707/718, 9 fig.

A Brassac, on a mis en service un lavoir à fines du type à cylindre laveur, suivant le procédé Dynawhirpool (D.W.P.) installé par la Société Cribla. Cet appareil de 16" peut traiter 40 t/h de fines maigres 0,5-5 mm. On donne le schéma et le principe de l'appareil : les fines brutes arrivent par la partie supérieure, mélangées avec du médium dense (magnétite). L'arrivée principale du médium se fait par la partie inférieure, tangentiellement au cylindre sous une pression de 1,5 bar, ce qui imprime au mélange un régime tourbillonnaire ; les schistes sont centrifugés vers les parois et évacués par le haut — le charbon descend en spirale le long d'un tube central et est évacué par le bas. Consommation de magnétite de 0,5 kg/t. Renseignements sur la régulation automatique (sur principe de la sonde à débordement) qui fait l'objet d'une annexe. Résultats obtenus. Personnel utilisé.

Résumé de la revue.

IND. **I 37** Fiche n° **45.436**

X. Electropneumatic coal cleaning. *L'épuration électropneumatique du charbon.* — **Coal Age,** 1966, décembre, p. 76/80, 7 fig.

L'installation de préparation de la Valley Camp Coal Co, en Virginie Ouest, consiste en un séparateur électropneumatique basé sur la conductibilité électrique relative du charbon et des schistes, le schiste étant meilleur conducteur. L'appareil pèse 250 kg et a une longueur de 3 m sur 1,20 m de largeur et 2,40 m de hauteur. Il consomme 1,4 m^3/min (air libre) avec 6 kg/cm^2 de pression. La régularité de rendement est excellente : la teneur en cendres du charbon séparé des pierres est constante. Le calibre des produits va de 12 à 100 mm. La capacité de production va de 6 à 100 t/h, suivant la nature du produit et les dimensions. On donne un schéma de l'installation de la Valley Camp Coal Co et la description détaillée du séparateur avec son mode de fonctionnement. L'eau n'est pas utilisée dans la préparation. L'appareil comporte 10 chenaux entre lesquels sont répartis les morceaux de charbon fournis en une alimentation continue et chaque chenal à 2 électrodes dont l'intensité variable de courant actionne plus ou moins une vanne à air comprimé dont l'ouverture produit le jet d'air comprimé qui rejette le schiste.

IND. **I 40** Fiche n° **45.379**

H. TRAWINSKI. Mechanische Trennverfahren für Suspensionen und Schlämme. *Procédés de séparation mécaniques pour suspensions et schlamms.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1966, décembre, p. 709/719, 34 fig.

Pour la mesure de bassins de décantation et de centrifugeuses décanteuses, hydrocyclones compris, d'une part, et de filtres à vide et à pression ainsi que de centrifugeuses filtrantes, d'autre part, on a recours à des formules mathématiques qui se ressemblent d'un cas à l'autre ; dans le premier cas, elles sont fondées sur la loi de Stokes et dans le deuxième cas sur celle de Hagen-Poiseuilles. Les formules obtenues ne peuvent servir que de formules d'interpolation et éventuellement de formules d'extrapolation afin de pouvoir tirer des conclusions des essais à l'échelle de laboratoire ou semi-industrielle sur les appareils à l'échelle industrielle. Les formules obtenues pour les phénomènes de sédimentation dans le champ de gravitation et le champ centrifuge ne fournissent toutefois pas encore de renseignements sur l'épaississement qui suit la sédimentation. De l'enchaînement des opérations qui se déroulent dans les différents champs de force résultent des aspects pratiques pour le classement systématique d'appareils de séparation hydromécanique. Un classement de tels appareils et de démonstrations photographiques est rendu plus clair par une telle systématique de liaison. Les types d'appareils sont ainsi groupés d'après leur procédé de base.

Résumé de la revue.

IND. **I 43** Fiche n° **45.485**

D.A. DAHLSTROM et C.S. SIMONS. Application of steam drying of coal. *L'application du séchage à la vapeur du charbon.* — **Mining Congress Journal,** 1966, décembre, p. 44/48, 4 fig. et 1967, janvier, p. 65/68, 2 fig.

Le séchage à la vapeur du charbon fin comporte le passage de la vapeur à travers le gâteau du filtre dans le but de réduire la viscosité de l'humidité et, partant, d'obtenir un meilleur drainage. Le degré d'humidité du gâteau du filtre varie avec la viscosité de l'humidité. Le séchage à la vapeur permet d'obtenir une réduction du coût du séchage thermique, mais trois facteurs affectent l'efficacité du procédé : 1) dans quelle mesure est-il possible d'obtenir l'élimination de l'eau et le degré d'humidité - 2) quelle sera la consommation de vapeur - 3) quelle sera la capacité de production par unité de surface. Ces facteurs sont étudiés et il est constaté que la perméabilité du gâteau a une influence sur le procédé de déshydratation. Les résultats sont meilleurs avec des gâteaux de filtres à grains plus grossiers. Avec des données élémentaires, le bilan thermique de l'opération peut être calculé sans difficulté et la capacité de production également. La seconde partie

discute l'application aux charbons fins et aux charbons en morceaux plus gros. On constate que la consommation de vapeur est influencée par la perméabilité du gâteau ; elle sera un peu plus élevée par kg d'eau enlevée pour le charbon non soumis à la flottation que pour le charbon soumis à la flottation. Les différents facteurs du prix de revient du procédé de séchage à la vapeur sont examinés et exposés en tableaux détaillant, d'une part, les frais d'installation, et, d'autre part, les frais d'opération. L'efficacité thermique du procédé apparaît élevée.

IND. I 44 Fiche n° **45.390**

F. SPALDON. Ueber die Beeinflussung von Aufbereitungsprozessen durch makromolekulare Flockungsmittel im Rückwasser. *De l'influence des résidus de floculation macromoléculaires dans l'eau de recyclage des procédés de préparation.* — **Bergbauwissenschaften,** 1966, décembre, p. 496/505, 18 fig.

Après la présentation de la composition chimique et de l'activité des additifs de floculation macromoléculaires, l'auteur traite de leur application dans les processus de sédimentation et de filtration. Les additifs de floculation non utilisés lors de la sédimentation et de la filtration retournent dans les installations de préparation avec l'eau de recyclage et peuvent alors influencer d'autres procédés travaillant avec du matériau très fin tel que la séparation par liqueur dense et la flottation. Des études détaillées sur ces questions sont traitées et discutées dans le dernier chapitre.

Résumé de la revue.

IND. I 50 Fiche n° **45.552**

J. CHARBONNIER, J. LUSINCHI et M. WAËS. La pratique de l'agglomération des fines de houille sous forme de boulets. — **Cerchar, Publication n° 1678,** 1966, juin, 67 p., 20 fig.

Cet opuscule rassemble l'essentiel des connaissances que les auteurs ont acquises au cours de 15 années de recherches et d'essais effectuées en laboratoire, dans des stations expérimentales de 3 et 15 t/h et lors de contrôle d'ateliers industriels. Ils ne prétendent pas présenter un exposé exhaustif de toutes les techniques qui ont été étudiées et de tous les travaux qui ont été accomplis en agglomération, mais ils veulent seulement fournir des indications pratiques qui soient directement utilisables en fabrication. Ils traitent successivement les chapitres suivants : caractéristiques des boulets commerciaux - qualité, propriétés et conditionnement des matières premières - préparation de la pâte à agglomérer - transformation de la pâte en boulets - contrôle de la qualité des boulets - gain possible résultant de la réduction de la dispersion des propriétés mécaniques des agglomérés - Annexe : détails relatifs au calcul des écarts types. Bibliographie française des 13 dernières années. 52 titres de référence.

IND. I 61 Fiche n° **45.188^{I}**

O. SOMMER. Anwendung mathematisch-statistischer Methoden bur Beurteilung von Aufbereitungsmaschinen und -vorgängen. *L'application des méthodes statistiques comme critères d'appréciation des appareils et processus de préparation.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1966, novembre, p. 669/675, 1 fig.

Tous les individus d'une grande masse, par exemple d'une production journalière, hebdomadaire ou mensuelle, se présentant sous forme de corps indépendants, forment la totalité dite fondamentale. Leurs caractéristiques sont déterminées à l'aide d'échantillons pris dans la masse et constitués par un nombre quelconque d'échantillons isolés. Une ou plusieurs propriétés sont déterminées sur chaque échantillon isolé. L'ensemble des différentes valeurs recueillies sur l'échantillon pris dans la masse et la conclusion sont caractérisés par : 1°) la moyenne arithmétique ; 2°) la variance ou sa racine, l'écart standard ; 3°) la certitude statistique ; 4°) l'écart standard relatif ou le coefficient de variation. Des explications sont fournies au sujet des formules de définition pour la moyenne arithmétique et la variance ainsi que sa forme dérivée. L'attention est attirée sur les avantages et désavantages de l'emploi de ces formules. Le calcul des 4 grandeurs caractéristiques est expliqué à l'aide d'un exemple numérique et son résultat est exploité.

Résumé de la revue.

IND. I 9 Fiche n° **45.203**

GUNSON'S SORTEX Ltd. Electronic color sorting of limestone at a North Wales quarry. *Séparation électronique par couleur à une carrière du Nord du Pays de Galles.* — **Mining and Minerals Engineering,** 1966, septembre, p. 330/338, 10 fig.

Dans une division de la carrière de calcaire de la Kneeshaw Lupton and Co Ltd, à Llandulas, Nord du Pays de Galles, on a mis à l'essai une installation-pilote électronique de séparation optique. Elle sépare par discrimination de couleur des morceaux de 5 à 15 cm avec une capacité horaire de 50 t. Les morceaux de calcaire gris-blanc sont alignés sur une courroie de convoyeur et passent dans une chambre optique où ils sont illuminés avant de tomber dans un silo. Deux caméras inspectent à ce point chaque morceau et, suivant le degré de décoloration pour la surface totale du morceau, un système d'éjection automatique pneumatique fonctionne pour éjecter les morceaux dans un silo séparé du premier. L'installation peut être adaptée à d'autres minéraux tels que marbre, craie, talc, dolomite, feldspath, sel, etc... Hauteur de la machine 10,50 m. L'article décrit la machine, sa disposition générale, la chambre optique et les deux caméras inspectrices, les systèmes de contrôle et d'éjection. Il décrit aussi les essais qui ont été effectués avec le calcaire et les

résultats obtenus. Des données sont aussi fournies sur les prix de revient, installation et fonctionnement.

P. MAIN-D'ŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. **P 1221** Fiche n° **45.331**

S.J. AYRES. A review of mechanical engineering affecting safety in 1965. *Revue de la sécurité relative à l'emploi des engins mécaniques dans les mines en 1965.* — **The Mining Electrical and Mechanical Engineer,** 1966, décembre, p. 123/132, 4 fig.

Aperçu des accidents et incidents dangereux survenus dans les puits en 1965, y compris les mises à molettes, le danger de la formation de mou au câble d'extraction, dû à l'arrêt des cages aux étages supérieurs et pouvant ensuite tomber en chute libre. On attire l'attention sur la fréquence des chutes de wagonnets tombant des cages et recettes de puits en dépit des dispositifs destinés à empêcher de tels accidents. On expose les précautions nécessaires à la translation de personnel par convoyeurs à courroie et on décrit les défauts de nombreux types d'attaches de wagonnets avec les améliorations de construction, les conditions d'emploi et le mode d'entretien propres à y remédier. Les incendies souterrains dans lesquels les machines sont impliquées sont toujours fréquents et l'on insiste pour veiller à les éviter : il importe particulièrement de remplacer les huiles minérales des mécanismes hydrauliques par des fluides ininflammables. Il importe aussi de chercher des lubrifiants possédant la même qualité. L'attention est enfin attirée sur les accidents associés à l'emploi des machines du front de taille, les insuffisances dimensionnelles de certains types et les inspections de vérification qui sont à conseiller en conséquence.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE

IND. **Q 1101** Fiche n° **45.320**

R. BALSTER. Aufschliessung der Kohlenvorräte im Bereich einer neuen Sohle auf einem Verbundbergwerk sowie die Planung und Ueberwachung der hierfür erforderlichen Ausrichtungsarbeiten mit Hilfe der Netzplantechnik. *La reconnaissance des réserves de charbon à l'échelon d'un nouvel étage de siège regroupé ainsi que le planning et le contrôle des travaux préparatoires nécessaires, au moyen de la technique de planification par graphes.* — **Glückauf,** 1966, 21 décembre, p. 1373/1380, 8 fig.

Communication exposée aux « Colloques techniques du Steinkohlenbergbauverein » tenus à Essen les 24 et 25 octobre 1966. Sommaire. Mode de travaux préparatoires appliqué jusqu'ici pour exploiter les couches du flanc nord du synclinal de Kirchlind - Principes et points-clés en vue du planning concernant le nouvel étage n° 7 du siège regroupé Minister Stein et Fürst Hardenberg (10.000 t de capacité/jour) - Etude faite à l'aide de la recherche opérationnelle.

IND. **Q 1104** Fiche n° **45.201**

L.J. PRELAZ et R.M. COINER. Better mining plans through computer studies. *Une meilleure organisation de l'exploitation par les études avec ordinatrices.* — **Coal Age,** 1966, juillet, p. 73/82, 2 fig.

On peut fixer à 8 le nombre des variables qui affectent la production dans les méthodes d'exploitation classiques : 1) Elément humain - 2) Caractéristiques de l'équipement - 3) Conditions physiques - 4) Dimensions physiques - 5) Méthodes et pratiques d'exploitation - 6) Lois et règlements miniers - 7) Retards normaux - 8) Retards anormaux. Certaines de ces variables sont sous le contrôle de la direction de l'exploitation et d'autres, en particulier celles qui sont associées aux conditions physiques et aux lois minières, ne le sont pas. Les machines calculatrices fournissent une méthode rapide et économique d'évaluation des effets de modification des variables, amenant ainsi des changements favorisant le rendement. On fournit une application démontrant leur utilité pratique : un cas d'étude d'évaluation d'un système d'exploitation classique à 7 entrées (méthode des chambres et piliers), suivi d'une analyse des effets de la variation des dimensions physiques. Cette étude a conduit à modifier le plan d'exploitation au profit de la production.

IND. **Q 1104** Fiche n° **45.248**

H.J. JAMES. Automation - Reflections on the background and implications. *L'automatisation - Réflexions sur ses origines et ses conséquences.* — **Colliery Guardian,** 1966, 25 novembre, p. 693/701, 6 fig., et 2 décembre, p. 716/720.

L'auteur remonte loin dans l'histoire des changements apportés par le génie humain aux méthodes de travail : première révolution industrielle, au XIXe siècle, seconde révolution industrielle, tableau de la science à l'aube des temps modernes, avènement de l'âge moderne, sont rappelés successivement. Les années d'après la dernière guerre ont fait faire à la science un bond en avant et l'automatisation est venue caractériser un grand mouvement d'évolution industrielle. Les découvertes de l'électronique, rappelées dans leurs étapes principales, sont venues apporter les moyens de contrôler automatiquement la mécanisation de nos entreprises. L'auteur rappelle les notions essentielles sur la composition de l'atome, les radiations, et donne le principe des appareils utilisés dans les installations d'automatisation : transistors, compteurs de Geiger etc... Il mentionne la pre-

mière pile atomique et l'emploi des isotopes radioactifs dans l'exploitation des mines. Il décrit l'utilisation pratique des radiations de rayons gamma dans les sondages, pour déterminer la nature des bancs traversés, les têtes chercheuses fixées aux haveuses et mineurs continus pour régler leur horizon de coupe. Il aborde enfin le sujet des calculatrices électroniques, définit les parties constituantes essentielles d'une calculatrice automatique générale et montre les progrès réalisés depuis leur apparition, surtout dans le domaine de la balistique, en 1946. Il mentionne leurs avantages. Il existe deux types de calculatrices: analogique et digitalique. On en donne la définition et les caractéristiques essentielles, ainsi que les possibilités d'application. Passant au domaine de l'exploitation du charbon, l'auteur montre les applications du calcul analogique dans les réseaux de ventilation et l'utilisation des ordinateurs électroniques dans les grands problèmes d'organisation. L'énergie atomique progresse à grands pas et l'avenir lui réserve le grand rôle dans la production croissante de l'énergie, mais le charbon a encore son mot à dire, à la condition de s'adapter aux méthodes nouvelles : automatisation, valorisation, réforme de la direction, collaboration des syndicats et compréhension du progrès sous ses différentes formes.

IND. Q 1104 — Fiche n° **45.264**

A. LAGARDE et M. LANCHON. Simulation par modèle mathématique des écoulements souterrains permanents et transitoires. Application à l'étude de l'exploitation des nappes. — **Revue de l'Institut Français du Pétrole,** 1966, novembre, p. 1672/1696, 15 fig.

Bien que le problème de l'optimisation de l'exploitation des nappes aquifères se pose de façon très aiguë avec l'accroissement continu des besoins en eau, peu de publications ont été faites à ce jour sur la question, du moins en langue française. Si le problème de l'optimisation présente un aspect hydrodynamique et un aspect économique, c'est au premier de ces points que nous nous intéressons. Les prévisions d'exploitation des nappes d'eau sont en effet basées sur des modèles : ceux-ci peuvent être mathématiques, analogiques ou analytiques-graphiques. Chacun de ces modèles présente des avantages, et nous-mêmes avons déjà eu l'occasion de parler du simulateur de nappes (réseau R.C.). Il entre aujourd'hui dans notre intention, après avoir donné en préambule leur principe et utilisation, de présenter sur un exemple l'efficacité des modèles mathématiques.

Résumé de la revue.

IND. Q 1132 — Fiche n° **45.407**

A.E. LITTLER. Organization at Lea Hall colliery. *L'organisation au charbonnage de Lea Hall.* — **Colliery Guardian,** 1966, 30 décembre, p. 821/826, 3 fig.

Lea Hall dans les West Midlands exploite depuis 4 ans, occupe 1.790 hommes et produit 1,5 Mt nettes par an avec un rendement de 4000 kg. L'organisation de ce charbonnage a été poussée jusqu'aux derniers perfectionnements modernes. On évalue le coût d'équipement d'une taille mécanisée à 100.000 £ (environ 14.000.000 F) et sa production hebdomadaire est de 4.000 t. L'article fournit des détails sur l'organisation : tableau de la hiérarchie générale à partir du directeur général avec les attributions de chacun ; tableau des services mécanique et électrique, également avec les attributions de chacun. Puis l'auteur expose la répartition du personnel au fond et à la surface, la description du centre de contrôle de la production, et donne des détails sur les différents modes de rapports ou notes d'informations qui rendent compte à la direction de la marche des services et de la comptabilité générale. L'article se termine par des renseignements sur les communications organisées entre les services, les réunions d'information assurant la cohésion et la collaboration efficace de tout l'ensemble du personnel.

IND. Q 1142 — Fiche n° **45.478**

G.B. FETTWEIS, H. OSSENBUEHL et H.W. WILD. Die Entwicklung der Zeche Osterfeld zu einem neuzeitlichen Verbundbergwerk. *Le développement de la mine Osterfeld vers une mine centralisée moderne.* — **Glückauf,** 1967, 5 janvier, p. 1/17, 23 fig.

Echelle et capacité d'extraction d'un siège central. Développement des charbonnages de la Gutehoffnungshütte. Les sièges indépendants de la société, situés à l'ouest de la faille de Vondern, antérieurement à 1931-1933. Raisons qui ont motivé le maintien et l'agrandissement du siège Osterfeld comme siège central d'extraction. Augmentation du gabarit du puits d'extraction et des puits de service, des lavoirs, de la cokerie et des centrales thermiques. Reconnaissance et ouverture de nouveaux champs à exploiter. Gestion du matériel et organisation de la ventilation. Planning des travaux d'exploitation. Développement de la production, du rendement et du taux de mécanisation de la mine. Dépenses occasionnées par la transformation d'un siège indépendant en siège centralisé de regroupement de plusieurs sièges.

IND. Q 1160 — Fiche n° **45.336**

J.B. LONG. Mobility of underground equipment in the U.S.A. *La mobilité de l'équipement souterrain aux U.S.A.* — **Colliery Guardian,** 1966, 16-23 décembre, p. 782/787, 29 fig.

On utilise dans les charbonnages américains 3 méthodes d'exploitation : 1) classique, par chambres et piliers avec haveuses, chargeuses, boulonnage du toit, foreuses et explosifs. 2) Même méthode, chambres et piliers et boulonnage, mais avec mineurs continus. 3) Longues tailles avec foudroyage total, généralement rabattantes et soutènement mécanisé,

sans bosseyement. Ce qui caractérise surtout ces exploitations américaines, c'est la mobilité de l'équipement qui, surtout dans les deux premières méthodes, les plus usitées, est transporté rapidement d'un endroit à un autre des chantiers par des voies bien dégagées et, grâce à une organisation parfaite, atteint un taux d'utilisation élevé. Les moyens de chargement du charbon abattu sont simples et efficaces et les transports par navettes et convoyeurs, rapides et pratiques. Les convoyeurs en particulier sont combinés et assemblés de manière à desservir les chantiers en réalisant un système articulé et mobile. De nombreuses illustrations montrent les détails de l'équipement utilisé pour les différentes opérations mécanisées : havage, boulonnage, chargement, navettes, tracteurs avec remorque, convoyeurs à courroie, mineurs continus, piggybacks et autre matériel auxiliaire.

Y. CONSTITUTION, PROPRIETES ET ANALYSE DES COMBUSTIBLES SOLIDES FOSSILES

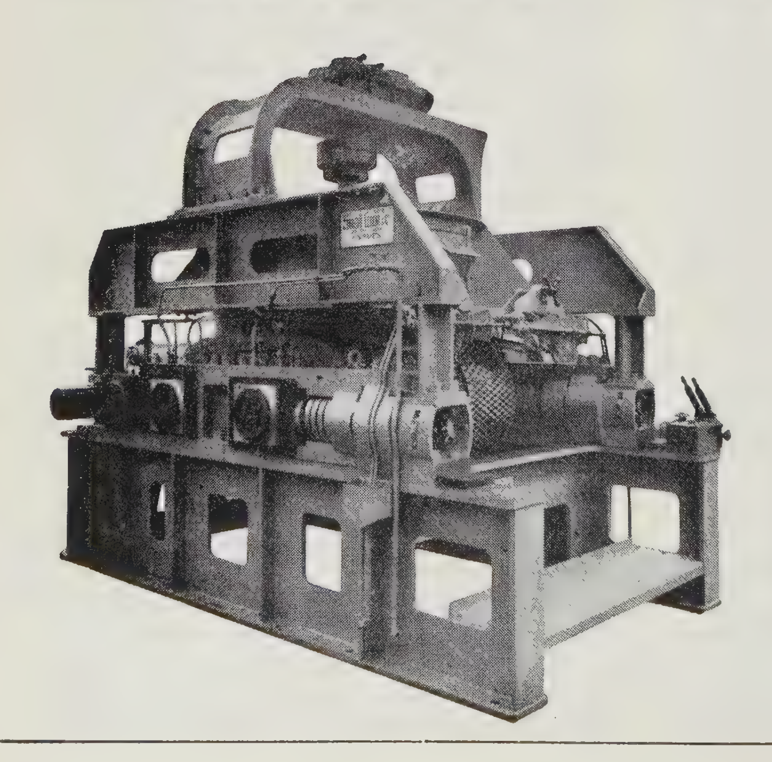
IND. **Y 243** Fiche n° **45.339**

H.D. SCHILLING, H. JUNTGEN et W. PETERS. Die Sorptionskinetik an Steinkohlen als Grundlage des Ausgasungsprozesses. *La cinétique de sorption de méthane sur les houilles comme base du processus de dégazage.* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 5, 1966, octobre, p. 203/214, 17 fig.

En vue de l'interprétation tant des processus qui contribuent au dégazage du méthane au fond que des grandeurs d'influence qui agissent sur ceux-ci, on procéda à des mesures gravimétriques, concernant la cinétique de sorption du méthane, par des échantillons de houille dégazés se présentant à divers stades d'évolution. Dans le cas de charbons à rang de houillification élevé, il est possible de fournir une expression mathématiquement exacte des résultats de mesures, tandis que pour des charbons plus jeunes, moins évolués, une formulation mathématique n'est qu'en partie possible. On peut néanmoins, dans tous les cas, donner une interprétation physique de ceux-ci. A partir des mesures de réversibilité, on montre que les lois trouvées à la sorption valent également pour la désorption. La concordance satisfaisante observée, avec des mesures antérieures de dégazage montre que les mécanismes observés et les grandeurs qui les influencent tant lors de l'adsorption que lors du dégazage des gaz provenant des réactions de houillification et se trouvant dans le charbon, présentent une importance décisive.

Ateliers de Raismes (Nord) fondés en 1859

CONREUR - LEDENT & Cie



TOUT LE MATERIEL D'AGGLOMERATION
PRESSES A BOULETS DE TOUTES PRODUCTIONS

PRESSES A BRIQUETTES
SECHEURS - BROYEURS
DOSEURS - APPAREILS DE MANUTENTION

FRETTES MOULEUSES DE RECHANGE DE PRESSES A BOULETS POUR BOULETS ORDINAIRES OU POUR BOULETS RATIONNELS BREVETES S. G. D. G.

CRIBLES VIBREURS
MECANIQUE GENERALE

MATERIEL DE MINES
TAILLAGE D'ENGRENAGES - LIMES

Bibliographie

P.L. COPPENS. La synthèse des propriétés chimiques des houilles. Les houilles belges. Ouvrage publié par l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, Liège. Format A 4. 250 pages, 125 figures. Prix de souscription : 350 FB.

Sous ce titre l'Institut National de l'Industrie Charbonnière publie une synthèse des principales Recherches Fondamentales effectuées en Belgique sur les propriétés chimiques et physiques des houilles. Cette publication groupera les travaux effectués sous la direction de P.L. Coppens, d'abord à l'Institut National des Mines (Frameries-Pâturages), au cours des années 1930 à 1940, et ensuite à l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, pendant la période de 1949 à 1965.

Cette synthèse paraîtra en septembre 1967 ; elle comprendra 250 pages et 125 illustrations, ces dernières concernant principalement les lois de variations statistiques des propriétés.

Les sommaires des neuf chapitres du mémoire sont repris ci-dessous :

1. Prélèvement et appropriation des houilles d'étude.
2. Analyse immédiate et déterminations complémentaires.
3. Compositions élémentaires.
4. Pouvoir calorifique.
5. Aptitude à l'oxydation.
6. Quelques grandeurs industrielles de la combustion des houilles.
7. Propriétés cokéfiantes.
8. Pouvoir réflecteur - Application industrielle.
9. Pouvoir adsorbant.

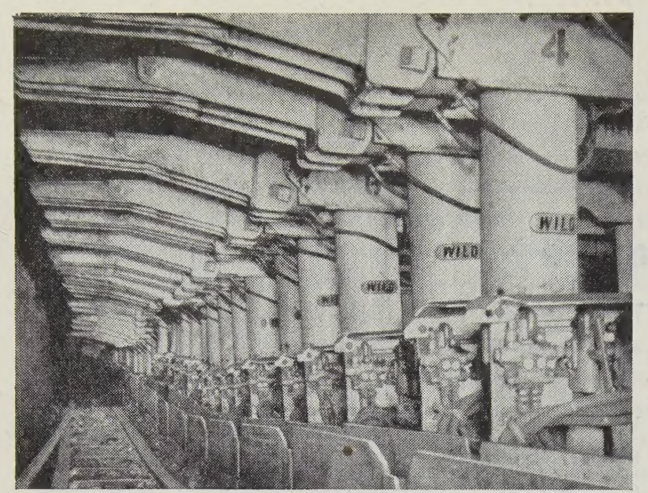
Pour se procurer cet ouvrage, il y a lieu de remplir le bulletin de souscription joint au présent numéro des Annales et de le renvoyer à l'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar), « Bois du Val-Benoît », rue du Chéra à Liège ; le prix de souscription est de 350 FB jusqu'au 30 septembre 1967, passé cette date, le prix sera porté à 500 FB.

W. TRINKS et M.H. MAWHINNEY. Industrial furnaces. Volume II. Fourth edition. Fours industriels. 2me Volume. 4me édition. Editions John Wiley and Sons Ltd., Londres. 1967, 30 août, 358 p., 273 fig. Prix 160 shillings.

L'ouvrage constitue un guide indispensable de l'opération pratique des fours industriels. Ce second volume concerne : les combustibles, les types de fours, les équipements connexes et auxiliaires des fours, et, en particulier, le choix et l'influence de ces accessoires sur le fonctionnement du four. Les auteurs formulent des conclusions et des recommandations d'ordre pratique, résultant d'essais et d'épreuves que l'expérience a effectivement confirmés.

La 4me édition du livre, entièrement révisée et remise à jour, reflète les développements technologiques intervenus au cours des dernières années. La discussion des récupérateurs, qui précédemment figurait dans le 1er volume, en a été extraite et incorporée au 2e. Les auteurs se sont également étendus davantage sur la description des types les plus récents d'un domaine de la technologie qui évolue très rapidement. L'échantillonnage de texte révisé comporte entre autres : les sources énergétiques de chauffage, les systèmes et dispositifs de dégagement de chaleur, le contrôle des températures dans le four, les équipements et dispositifs de sécurité de marche. L'organisation de cette dernière édition reste essentiellement la même que celle des précédentes, avec toutefois addition d'un chapitre intitulé : « les principes à la base du contrôle automatique du four ». On fournit également des données et informations concernant les différents combustibles utilisés, les dispositifs de conversion des sources d'énergie en calories, une comparaison des fours fondée sur six éléments essentiels, les changements et arrangements apportés dans la conception et la construction des fours américains, consécutifs à la distribution élargie du gaz naturel par un vaste réseau de gazoducs.

Le texte est illustré de nombreux tableaux, cartes, tableaux diagrammes, graphiques, photos et figures. En annexe, les auteurs reproduisent un exemple du calcul de l'effet de dissociation sur la combustion du méthane dans un four. En fin d'ouvrage, une table des matières, classées par ordre alphabétique, facilite la compulsion du livre.



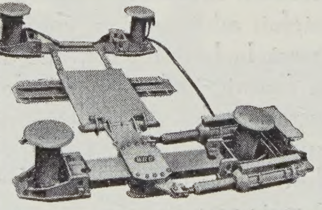
Installation de supports hydrauliques 50/50 Wild à la Mine de Williamthorpe, Zone No. 1, Région des East Midlands, Charbonnages d'Angleterre.

Systemes de Support Hydrauliques Produits par *WILD*

Tout au cours de sa longue association avec l'industrie minière, Wild a acquis une connaissance parfaite des besoins et des nécessités de cette industrie, et a par conséquent réalisé une gamme de matériel assurant une opération efficace, économique, et surtout une protection contre les accidents.

SUPPORT HYDRAULIQUE DE 50/100 TONNES

Cette version extrêmement solide du support de 50/50 tonnes est particulièrement employée dans des conditions très rigoureuses. La pile avant de 50 tonnes et la pile arrière de 100 tonnes sont reliées par deux ressorts en acier à lames multiples et montées sur de larges bases pour donner une pression basse au contact au plancher. L'ensemble illustré comprend un réservoir de chasse et une extension en encorbellement.

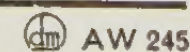


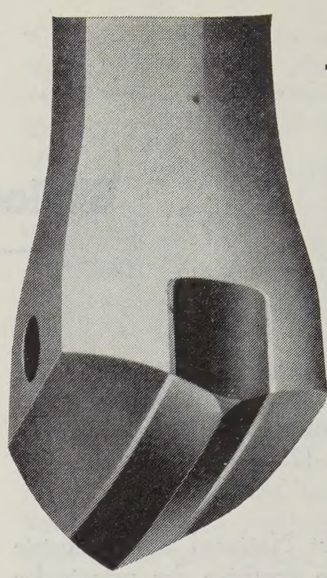
POSTE D'ANCRAGE A.F.C. Le nouvel appareil d'ancrage Wild a été tout spécialement développé pour être employé aux fronts d'abatage où le chargement est effectué mécaniquement et fonctionne à des hauteurs minimum de gîte de 610mm. Les dimensions compactes hors tout permettent de travailler à une largeur minimum—la largeur hors tout de la poutte et accessoires est seulement de 3048mm.—l'ensemble peut être facilement transporté et posé sur pied.



A. G. WILD & CO. LTD.

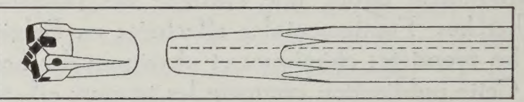
CHARLOTTE ROAD, SHEFFIELD 2, TÉLÉPHONÉ 78061
et à Aycliffe Trading Estate, Aycliffe, Co. Durham.
Telex: 54454. Téléphone: Aycliffe 2145.

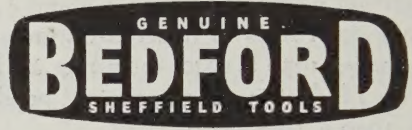




BEDFORD -BRITAIN'S BEST

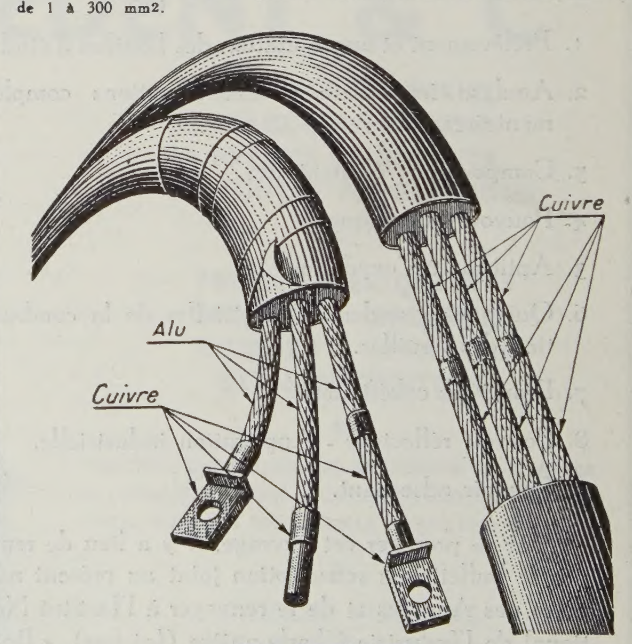
Pour des performances optimales et des résultats fondamentaux, demandez les produits BEDROCK. La firme Bedford fabrique une série de tiges cémentées, d'emmanchements et d'accouplements pour le forage de trous profonds ; elle dispose également de puissantes foreuses sur rails et de tiges cémentées avec taillants amovibles. Ecrivez-nous pour obtenir tous détails sur :
Tiges de forage solidaires d'une tête en métal dur, à simple burin. - Divers types de taillants en croix et à simple burin, taillants amovibles à carbure de tungstène. - Taillants coniques «SIMPLON» entièrement en acier, pour roches. - Fleurets creux en acier et tiges creuses d'entraînement à utiliser avec taillants amovibles ; diamants et alliages. - Tiges de rallonge pour creusement de trous profonds. - Brise-béton et aiguilles pour dito.





JOHN BEDFORD & SONS LTD.
LION WORKS, Sheffield 3, ANGLETERRE.
Téléphone : 78.383. Câbles : Bedfords Sheffield.

Pour transporter de l'ENERGIE, on ne peut augmenter indéfiniment la TENSION ; force est donc d'agir sur l'INTENSITE...
Pour le problème des contacts qui en résulte :
Pas d'épissure - Pas de jonction mécanique.
Rien que de la soudure parfaite HOMOGAME et HETEROGAME de 1 à 300 mm2.



NEO COPPALU

Appareils et procédés Btés S.G.D.G. France et Etranger pour : le RABOUTAGE et soudure de cosses terminales Cuivre/Cuivre et Cuivre/Aluminium des câbles de l'ELECTROTECHNIQUE sans surprofilage.
RABOUTAGE des câbles souples des MINES.
RABOUTAGE des fils de Trolley sans aspérité.
Joints électriques de rails Acier/Cuivre/Acier « présoudés ».
NEO COPPALU, 134, boulevard Gabriel-Péri, MALAKOFF (Seine)
Téléphone : ALEsia 30-86

agréation = légalité

expérience = garantie

qualité = sécurité

EXCLUSIVITE



BELGIQUE, GRAND-DUCHE
REPUBLIQUES CENTRALES
AFRICAINES

S. A.
ANCIENS **Ets ANTHONY BALLINGS**

6, avenue Georges Rodenbach - Bruxelles 3 - Tél : 41.00.23 (4 lignes)

CRIBLA S.A.

12, boulevard de Berlaimont, BRUXELLES 1

Tél. 18.47.00 (6 lignes)

MANUTENTION - PREPARATION

MINERAI - CHARBON

COKE - CIMENT - etc.

ENTREPRISES GENERALES

mines - carrières - industrie

ETUDES ET INSTALLATIONS INDUSTRIELLES COMPLETES

SOCIETE DES MINES & FONDERIES DE ZINC DE LA

VIEILLE - MONTAGNE

BELGIQUE : Direction Générale : ANGLEUR

(Tél. : Liège 65.38.00) (Telex : Liège 41256)

METAUX NON FERREUX

- ZINC } sous toutes
- PLOMB } leurs formes
- CADMIUM
- ARGENT
- ETAIN

PRODUITS CHIMIQUES

- ACIDE SULFURIQUE
- BLANC DE ZINC
- SULFATE DE THALLIUM

SEMI CONDUCTEURS

- GERMANIUM
- OXYDE DE GERMANIUM
- SILICIUM

PRODUITS HYPERPURS

- ARSENIC
- BISMUTH
- CADMIUM
- INDIUM
- MERCURE
- PLOMB
- THALLIUM
- ZINC

Imprimerie Robert LOUIS, s.p.r.l., 37-41, rue Borrens, Bruxelles 5